

**PENGARUH AMILUM SEBAGAI BAHAN PENGIKAT
TERHADAP FORMULA TABLET EKSTRAK DAUN
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.) YANG
DIPEROLEH DENGAN *SPRAY DRYER***

SKRIPSI



Oleh :

ANGGUN LAELA TYAS HAPSARI

07 613 112

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
APRIL 2012**

**PENGARUH AMILUM SEBAGAI BAHAN PENGIKAT
TERHADAP FORMULA TABLET EKSTRAK DAUN
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi L.*) YANG
DIPEROLEH DENGAN *SPRAY DRYER***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi
(S.Farm)

Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta



Oleh :

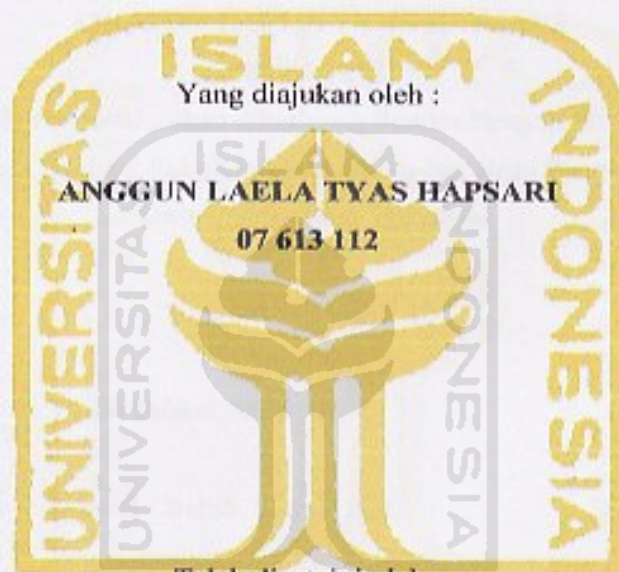
ANGGUN LAELA TYAS HAPSARI

07 613 112

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
APRIL 2012**

SKRIPSI

**PENGARUH AMILUM SEBAGAI BAHAN PENGIKAT
TERHADAP FORMULA TABLET EKSTRAK DAUN
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi L.*) YANG
DIPEROLEH DENGAN *SPRAY DRYER***



Telah disetujui oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Yandi Syukri, M.Si., Apt.

Lutfi Chabib, M.Sc., Apt.

SKRIPSI

**PENGARUH AMILUM SEBAGAI BAHAN PENGIKAT
TERHADAP FORMULA TABLET EKSTRAK DAUN
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi L.*) YANG
DIPEROLEH DENGAN *SPRAY DRYER***

Yang diajukan oleh :

ANGGUN LAELA TYAS HAPSARI
07 613 112

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 13 April 2012

Ketua Penguji : Yandi Syukri, M.Si., Apt. (.....)

Anggota Penguji : 1. Lutfi Chabib, M.Sc., Apt. (.....)

2. Drs. Muftod, M.Sc., Apt. (.....)

3. Dr.rer.nat. Nanang Fakhruddin, M.Si., Apt. (.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Yandi Syukri, M.Si., Apt.

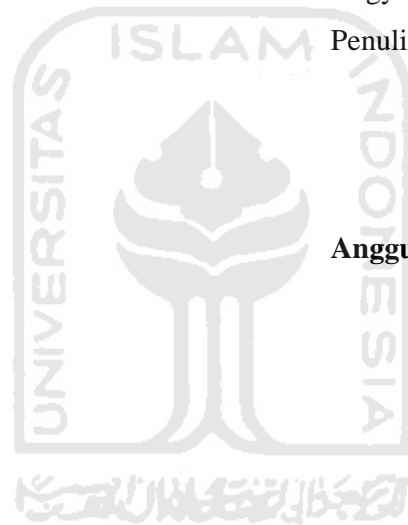
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Maret 2012

Penulis,

Anggun Laela Tyas Hapsari



Kupersembahkan karya ini untuk :

Kedua orang tuaku tercinta **Alm. Papa Purwanto dan Mama Wahyuni** yang telah mendidik dan membesarkanku dengan limpahan kasih sayang, doa, serta dukungan yang tiada henti.

Kakakku tersayang **Dyah Rohana Ayu Wulansari** yang telah memberikan perhatian, dukungan dan doa.

Seluruh keluarga besarku yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat hingga aku dapat menyelesaikan pendidikan hingga bangku kuliah.

Keluarga dodolicious **Eoma Ade, Lela, Icha, Putri, Vera dan Nina** yang telah mendorong dan menyemangati selama skripsi. Terimakasih telah menjadi keluarga keduaku, semoga persahabatan kita tetap terjaga.

Sahabat-sahabatku **Bhakti, Chintya, Dewul dan Desy** yang telah memberikan semangat, bantuan, dan dukungannya hingga selesainya skripsi ini. Semoga persahabatan kita langgeng.

Teman-teman **Farmasi angkatan 2007 (Temperature)** yang selalu memberikan semangat, bantuan dan dukungan.

Almamaterku tercinta **Universitas Islam Indonesia**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH AMILUM SEBAGAI BAHAN PENGIKAT TERHADAP FORMULA TABLET EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi L.*) YANG DIPEROLEH DENGAN *SPRAY DRYER*”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana Farmasi (S. Farm.) Program Studi Ilmu Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak lepas dari doa, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Yandi Syukri, M.Si., Apt. selaku dosen pembimbing utama dan Dekan Fakultas MIPA UII serta Bapak Lutfi Chabib, M.Sc., Apt. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan, bimbingan serta saran-saran selama penelitian sampai penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr.rer.nat Nanang Fakhrudin M.Si., Apt. dan Bapak Drs. Mufrod, M.Sc., Apt. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan dan arahan yang bersifat membangun dalam penyusunan dan perbaikan skripsi ini.
3. Kedua orang tua, Papa (Alm.) dan Mama yang telah mendoakan, membesarkan, mencintai, menyayangi, mendidik serta membimbingku. Serta keluarga yang terus memberikan doa dan dukungan demi selesainya penelitian ini.
4. Sahabat sekaligus partner kerja dalam penelitian (Bhakti Windraeni dan Djustian Adinata) atas kerjasama, dukungan, dan kekompakannya selama penelitian berlangsung.

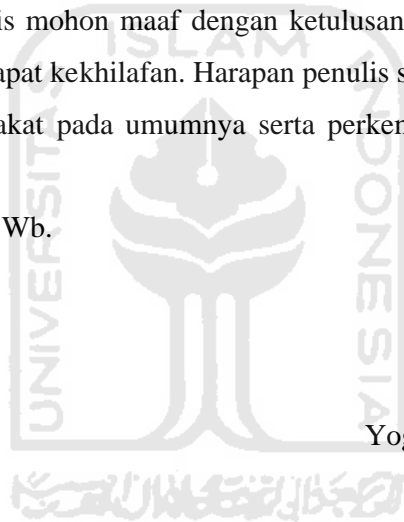
5. Staf dan karyawan laboratorium Teknologi Farmasi dan Biologi Farmasi, Jurusan Farmasi, FMIPA UII atas kerjasama dan bantuannya selama penelitian berlangsung.
6. Semua pihak yang telah banyak membantu penulisan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis hanya dapat mengucapkan terima kasih atas bantuannya dalam penulisan skripsi ini, semoga mendapatkan pahala yang sebesar-besarnya dan semoga amal ibadah diterima Allah SWT, Amin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bisa membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis mohon maaf dengan ketulusan hati seandainya dalam penulisan skripsi ini terdapat kekhilafan. Harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya serta perkembangan dan kemajuan ilmu kefarmasian, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, Maret 2012

Penulis,

Anggun Laela Tyas Hapsari

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II. STUDI PUSTAKA	
A. Tinjauan Pustaka	4
1. Uraian Tanaman Belimbing Wuluh	4
2. Simplisia	6
3. Ekstrak	6
4. Metode Ekstraksi	7
5. Teknik <i>Spray Dryer</i>	8
6. Tablet	9
7. Metode Pembuatan Tablet	11
8. Monografi Bahan	12
9. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	14
B. Landasan Teori	15
C. Hipotesis	15
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Bahan dan Alat	16
1. Bahan	16
2. Alat	16

B. Cara Penelitian	17
1. Skema Kerja Penelitian	17
2. Determinasi	18
3. Penyarian Serbuk	18
4. Evaluasi Ekstrak Daun Belimbing Wuluh	18
5. Perhitungan Dosis	18
6. Formula Tablet	19
7. Pembuatan Granul	19
8. Pemeriksaan Sifat Alir Granul	19
9. Pembuatan Tablet	20
10. Pemeriksaan Sifat Fisik Tablet	20
11. Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	21
C. Analisis Hasil	22
1. Pendekatan Teoritis	22
2. Pendekatan Statistik	22
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Identifikasi Tanaman	23
B. Hasil Evaluasi Ekstrak Cair Daun Belimbing Wuluh	23
C. Serbuk Ekstrak Daun Belimbing Wuluh	24
D. Kromatografi Lapis Tipis	24
E. Pemeriksaan Sifat Fisik Granul Ekstrak Daun Belimbing Wuluh	26
1. Waktu Alir Granul	26
2. Sudut diam	27
3. Kadar Air	27
4. Penetapan	28
F. Sifat Fisik Tablet	29
1. Keseragaman Bobot Tablet	29
2. Kekerasan	30
3. Kerapuhan	31
4. Waktu Hancur	33
5. Keseragaman Ukuran	33

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Daun belimbing wuluh	4
Gambar 2.	Struktur flavonoid	5
Gambar 3.	Struktur primogel	13
Gambar 4.	Skema proses pembuatan tablet	17
Gambar 5.	Ekstrak daun belimbing wuluh	23
Gambar 6.	Serbuk ekstrak daun belimbing wuluh	24
Gambar 7.	Hasil uji kualitatif senyawa flavonoid	25
Gambar 8.	Tablet ekstrak daun belimbing wuluh	29



DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Formulasi tablet ekstrak daun belimbing wuluh	19
Tabel 2.	Karakteristik ekstrak daun belimbing wuluh	23
Tabel 3.	Karakteristik serbuk ekstrak daun belimbing wuluh	24
Tabel 4.	Data hasil uji sifat fisik granul daun belimbing wuluh.....	26
Tabel 5.	Data hasil uji sifat fisik tablet daun belimbing wuluh	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Surat keterangan determinasi tanaman belimbing wuluh	38
Lampiran 2.	Laporan hasil uji KLT.....	39
Lampiran 3.	Data hasil uji waktu alir granul	40
Lampiran 4.	Data hasil uji sudut diam granul	40
Lampiran 5.	Data hasil uji kadar air granul	40
Lampiran 6.	Data hasil pengetapan	41
Lampiran 7.	Data hasil uji keseragaman bobot tablet	43
Lampiran 8.	Data hasil uji kekerasan tablet	43
Lampiran 9.	Data hasil uji kerapuhan tablet	44
Lampiran 10.	Data hasil uji waktu hancur tablet	44
Lampiran 11.	Data hasil uji keseragaman ukuran tablet	44
Lampiran 12.	Hasil uji statistik kekerasan	45
Lampiran 13.	Hasil uji statistik kerapuhan	47
Lampiran 14.	Hasil uji statistik waktu hancur	49
Lampiran 15.	Alat uji kadar air	51
Lampiran 16.	Alat uji sifat alir	51
Lampiran 17.	Alat uji pengetapan	51
Lampiran 18.	Alat uji keseragaman bobot	52
Lampiran 19.	Alat uji kerapuhan	52
Lampiran 20.	Mesin cetak tablet	52
Lampiran 21.	Alat uji keseragaman ukuran	53
Lampiran 22.	Alat uji <i>spray dryer</i>	53

**PENGARUH AMILUM SEBAGAI BAHAN PENGIKAT TERHADAP
FORMULA TABLET EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa
bilimbi L.*) YANG DIPEROLEH DENGAN *SPRAY DRYER***

INTISARI

Hipertensi merupakan faktor risiko utama dari perkembangan/penyebab penyakit jantung dan stroke. Penggunaan obat herbal untuk mengobati dan mengontrol penyakit salah satunya menggunakan tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) yang dapat dikembangkan menjadi tablet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bahan pengikat amilum (*mucilago amili*) terhadap sifat fisik tablet ekstrak daun belimbing wuluh. Ekstraksi daun belimbing wuluh dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 70%. Tablet dibuat dengan metode granulasi basah menggunakan variasi konsentrasi amilum (*mucilago amili*) sebagai bahan pengikat 5%, 7,5%, dan 10%. Granul yang diperoleh diuji kadar air, waktu alir, sudut diam, dan pengetapan. Kemudian dibuat tablet dengan mesin tablet dan diuji sifat fisiknya meliputi keseragaman bobot, kekerasan, waktu hancur dan kerapuhan. Identifikasi senyawa flavonoid dilakukan dengan KLT. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan SPSS *oneway*-ANOVA Formula I kadar *mucilago amili* 5%, formula II 7,5% dan formula III 10%. Formula yang paling baik yaitu formula I dengan konsentrasi *mucilago amili* 5%, dengan penyimpangan keseragaman bobot 1,34%, kekerasan tablet 5,03 kg, kerapuhan 0,42% dengan SD 0,05%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tablet ekstrak daun belimbing wuluh memiliki sifat fisik tablet yang tidak memenuhi persyaratan waktu hancur.

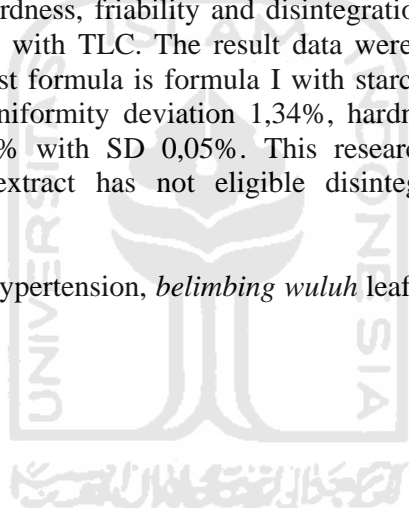
Kata kunci : tablet, antihipertensi, daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*), *mucilago amili*

**THE INFLUENCE OF STARCH AS A BINDER IN THE FORMULATION
OF TABLET FROM *BELIMBING WULUH* LEAF EXTRACT (*Averrhoa
bilimbi* L.) OBTAINED BY SPRAY DRYER**

ABSTRACT

One of herbal medicines to treat and control hypertension disease is *belimbing wuluh* plant (*Averrhoa bilimbi* L.) which can be developed into a tablet. This study determines the ability of starch binder to the physical properties tablet of *belimbing wuluh* leaf extraction using maceration method with 70% ethanol. Tablets made using wet granulation method with starch paste in variation concentration 5%, 7,5%, and 10% as binding agent. The granules obtained were tested the moisture content, flowtime, repose angle and tapping index. Then it was made tablets using tablet machines and tested to physical properties including uniformity of weight, hardness, friability and disintegration time. Determination of the flavonoid analyze with TLC. The result data were analyzed using SPSS *oneway-ANOVA*. The best formula is formula I with starch concentration 5% as binding agent, weight uniformity deviation 1,34%, hardness of tablet 5,03 kg, friability of tablet 0,42% with SD 0,05%. This research showed that tablet *belimbing wuluh* leaf extract has not eligible disintegration tablet physical properties.

Key word : tablet, anti-hypertension, *belimbing wuluh* leaf (*Averrhoa bilimbi* L.), starch



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Hipertensi merupakan penyakit yang sering dijumpai di masyarakat maju dan gejalanya tidak terasa. Penyakit ini disebut sebagai *silent diseases* dan merupakan faktor risiko utama dari perkembangan/penyebab penyakit jantung dan stroke; bila tidak terkontrol akan menyebabkan kerusakan pada organ tubuh lainnya, seperti otak, ginjal, mata dan kelumpuhan organ-organ gerak ⁽¹⁾.

Pemilihan obat-obatan antihipertensi saat ini telah banyak mengalami perubahan, karena perlu mempertimbangkan efikasi, efek samping yang ditimbulkan, pemakaian jangka panjang dan nilai ekonomisnya. Penggunaan herbal dan bahan alami untuk mengobati dan mengontrol penyakit sudah banyak dilakukan oleh masyarakat dunia ⁽²⁾.

Salah satunya pendekatan dengan obat tradisional menggunakan tanaman belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi L.*). Daun belimbing wuluh banyak dikenal oleh masyarakat untuk penyembuhan berbagai penyakit. Namun banyak orang yang belum mengetahui khasiat belimbing wuluh sebagai terapi antihipertensi ⁽³⁾.

Telah dibuktikan oleh Bipat ⁽⁴⁾ bahwa daun belimbing wuluh dapat menurunkan tekanan darah melalui stimulasi diuretik pada hewan babi, dan tidak mengamati langsung penurunan tekanan darah setelah diberi larutan uji ⁽⁴⁾. Menurut Hernani ⁽⁵⁾ diketahui senyawa aktif *phytol* pada daun belimbing wuluh terbukti dapat menurunkan tekanan darah tinggi ⁽⁵⁾. Berdasarkan Prasetya daun belimbing wuluh mengandung zat flavonoid yang dapat menimbulkan efek diuretik dengan mekanisme peningkatan natriuresis ⁽¹⁵⁾. Umumnya pemanfaatan daun belimbing wuluh masih dalam bentuk seduhan ekstrak segar. Sehingga untuk meningkatkan kepraktisan dan stabilitasnya perlu dikembangkan bentuk sediaan lain yang lebih baik dan praktis. Salah satu alternatif bentuk sediaan yang dapat dikembangkan adalah tablet. Tablet dipilih karena sediaan ini mempunyai beberapa keuntungan, diantaranya adalah mudah untuk dikonsumsi, dan praktis.

Dalam suatu sediaan farmasi, selain zat aktif juga dibutuhkan eksipien. Dalam pembuatan tablet diperlukan suatu bahan pengikat untuk meningkatkan kohesifitas antara partikel serbuk sehingga dapat memberikan kekompakan dan daya tahan tablet.

Pada penelitian ini dipilih bahan pengikat amilum yang mampu membentuk fraksi terlarut ketika dicampur dengan air dan bersifat sebagai mucilago. *Mucilago amili* dengan konsentrasi 5-10 % merupakan bahan pengikat yang baik, dapat menghasilkan granul dan tablet yang mudah hancur dalam tubuh dan bersifat netral dan non reaktif sehingga dapat digunakan dengan kebanyakan zat aktif⁽⁶⁾.

Proses pembuatan ekstrak menggunakan *spray dryer* untuk mempersingkat pengeringan ekstrak dan metode dalam pembuatan tablet ini dengan metode granulasi basah karena bahan yang digunakan tahan terhadap pemanasan dan kelembaban serta untuk dapat memperbaiki sifat alir dan kompresibilitas tablet karena ekstrak tanaman memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang jelek.

Diharapkan pada akhir penelitian ini dapat diketahui pengaruh variasi kadar amilum yang dapat berefek pada sifat fisika granul dan sifat fisik tablet sehingga dihasilkan tablet ekstrak daun belimbing wuluh yang baik.

B. Perumusan Masalah

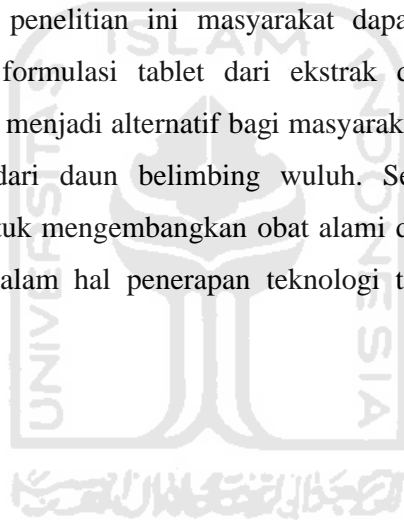
1. Berapa kadar amilum yang paling optimal untuk tablet ekstrak daun belimbing wuluh?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan kadar amilum sebagai bahan pengikat terhadap sifat fisik tablet ekstrak daun belimbing wuluh?
3. Apakah formulasi dan pembuatan tablet dari ekstrak daun belimbing wuluh dapat memenuhi persyaratan sifat fisik tablet?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kadar amilum yang paling optimal sebagai pengikat tablet ekstrak daun belimbing wuluh.
2. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh perbedaan kadar amilum sebagai bahan pengikat terhadap sifat fisik tablet ekstrak daun belimbing wuluh.
3. Formulasi dan pembuatan tablet dari ekstrak daun belimbing wuluh dapat memenuhi persyaratan sifat fisik tablet.

D. Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini masyarakat dapat mengetahui manfaat belimbing wuluh, dan formulasi tablet dari ekstrak daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi L.*) ini menjadi alternatif bagi masyarakat untuk mempermudah mendapatkan manfaat dari daun belimbing wuluh. Selain itu juga sebagai alternatif pengobatan untuk mengembangkan obat alami dan perkembangan ilmu pengetahuan terutama dalam hal penerapan teknologi terhadap obat-obat dari alam.



BAB II

STUDI PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Uraian Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)



Gambar 1. Daun Belimbing Wuluh ⁽³⁾

a. Deskripsi

Pohon kecil, tinggi mencapai 10 m dengan batang yang tidak begitu besar dan mempunyai garis tengah hanya sekitar 30 cm. Ditanam sebagai pohon buah, kadang tumbuh liar dan ditemukan dari dataran rendah sampai 500 m dpl. Belimbing wuluh mempunyai batang kasar berbenjol - benjol, percabangan sedikit, arahnya condong keatas. Cabang muda berambut halus seperti beludru, warnanya coklat muda. Daun berupa daun majemuk menyirip ganjil dengan 21-45 pasang anak daun. Anak daun bertangkai pendek, bentuknya bulat telur sampai jorong, ujung runcing, pangkal membundar, tepi rata, panjang 2-10 cm, lebar 1-3 cm, warnanya hijau, permukaan bawah hijau muda. Perbungaan berupa malai, berkelompok, keluar dari batang atau percabangan yang besar, bunga kecil-kecil berbentuk bintang warnanya ungu kemerahan. Buahnya buah buni, bentuknya bulat lonjong bersegi, panjang 4-6,5 cm, warna hijau kekuningan, bila masak berair banyak, rasanya asam. Biji bentuknya bulat telur, gepeng. Rasa buahnya asam, digunakan sebagai sirup penyegar, bahan penyedap masakan, membersihkan noda pada kain, mengkilapkan barang-barang yang terbuat dari kuningan, membersihkan tangan yang kotor atau sebagai bahan obat tradisional ⁽⁷⁾.

b. Sistematika tanaman

Klasifikasi tanaman berdasarkan ilmu sistematika tumbuhan mempunyai kedudukan sebagai berikut :

Divisi : *Spermatophyta*
 Sub divisi : *Angiospermae*
 Kelas : *Dicotyledoneae*
 Ordo : *Geraniales*
 Familia : *Oxalidaceae*
 Genus : *Averrhoa*
 Spesies : *Averrhoa bilimbi* L⁽⁸⁾.

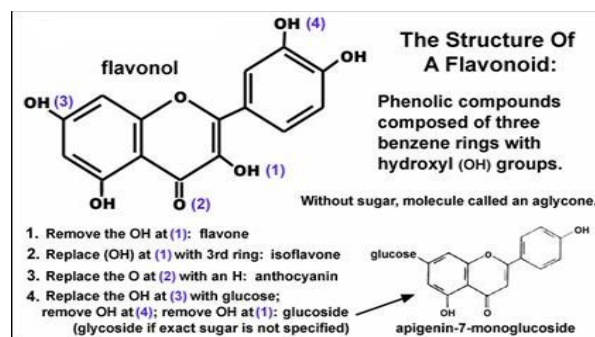
c. Nama Daerah

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mempunyai nama daerah Limeng (Aceh), Balimbing (Minangkabau), Balimbing (Lampung), Belimbing Asam (Melayu), Balimbing (Sunda), Belimbing Wuluh (Jawa Tengah), Bhalingbhing Bulu (Madura), Limbi (Bima), Libi (Sawu), Bilimbi, *cucumber tree*, dan *small sour starfruit*⁽⁷⁾.

d. Kandungan Kimia dan Khasiat Daun Belimbing Wuluh

Daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung ekstrak etanolik yang berkhasiat sebagai antidiabetik⁽⁹⁾. Daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) juga mengandung senyawa flavonoid yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan⁽¹⁰⁾ dan antihipertensi⁽¹⁵⁾. Dari hasil penelitian, ekstrak daun belimbing wuluh pada dosis 25 mg/kg BB dapat menurunkan tekanan darah⁽⁵⁾.

Flavonoid terdiri dari dua cincin aromatis yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin ketiga dengan susunan C₆-C₃-C₆. Struktur flavonoid dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Struktur flavonoid⁽²⁷⁾

2. Simplisia

Simplisia adalah bahan alamiah yang dipergunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun juga dan kecuali dikatakan lain, berupa bahan yang telah dikeringkan. Simplisia dibedakan simplisia nabati, simplisia hewani dan simplisia pelican (mineral). Simplisia nabati adalah simplisia yang berupa tumbuhan utuh, bagian tumbuhan atau eksudat tumbuhan. Eksudat tumbuhan ialah isi sel yang secara spontan keluar dari tumbuhan atau isi sel dengan cara tertentu dikeluarkan dari selnya, atau senyawa nabati lainnya dengan cara tertentu dipisahkan dari tumbuhannya dan belum berupa senyawa kimia murni⁽¹¹⁾.

Dalam hal simplisia sebagai bahan baku (awal) dan produk siap dikonsumsi langsung dapat dipertimbangkan 3 konsep untuk menyusun parameter standar umum :

- (a) Bahwa simplisia suatu bahan (material) kefarmasian seharusnya memenuhi 3 parameter mutu umum suatu bahan yaitu kebenaran jenis (identifikasi), kemurnian (bebas dari kontaminasi kimia dan biologi) serta aturan penstabilan (wadah penyimpanan dan transportasi).
- (b) Bahwa simplisia sebagai bahan dan produk konsumsi manusia sebagai obat tetap diupayakan memenuhi 3 paradigma seperti produk kefarmasian lainnya, yaitu *quality, safety, efficacy* (mutu, aman, manfaat).
- (c) Bahwa simplisia sebagai bahan dengan kandungan kimia yang bertanggung jawab terhadap respon biologi harus mempunyai spesifikasi kimia, yaitu informasi komposisi (jenis dan kadar) senyawa kandungan⁽¹¹⁾.

3. Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan kental yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan⁽¹³⁾.

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Simplisia

yang diekstrak mengandung senyawa aktif yang dapat larut dan senyawa yang tidak dapat larut seperti serat, karbohidrat, protein dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat ⁽¹¹⁾.

4. Metode Ekstraksi

Secara umum, penyarian dapat dibedakan menjadi :

a. Maserasi

Maserasi adalah proses pengestrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi kinetik berarti dilakukan pengadukan yang kontinu (terus-menerus). Remaserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama, dan seterusnya ⁽¹¹⁾.

b. Perkolasi

Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru sampai sempurna (*exhaustive extraction*) yang umumnya dilakukan pada temperatur ruangan. Proses terdiri dari tahapan pengembangan bahan, tahap maserasi antara, tahap perkolasi sebenarnya (penetasan/perampungan ekstrak), terus menerus sampai diperoleh ekstrak (perkolat) yang jumlahnya 1-5 kali bahan ⁽¹¹⁾.

c. Infundasi

Infundasi adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperatur penangas air (bejana infus tercelup dalam penangas air mendidih, temperatur 96 - 98°C) selama waktu tertentu (15-20 menit). Infus adalah sediaan cair yang dibuat dengan mengekstraksi simplisia nabati dengan air pada suhu 90°C selama 15 menit. Campur simplisia dengan derajat halus yang sesuai dalam panci dengan air secukupnya, panaskan di penangas air selama 15 menit dihitung mulai suhu mencapai 90° C sambil sekali-sekali diaduk. Serkai selagi panas melalui kain flannel, tambahkan air panas secukupnya melalui ampas hingga diperoleh volume infus yang dikehendaki (jika tidak dikatakan lain,dibuat infus 10%) ⁽¹¹⁾.

5. Teknik *Spray Dryer*

Pengeringan semprot (*spray drying*) adalah suatu metode pengeringan yang unik karena meliputi dua unsur yaitu formasi partikel dan pengeringan. Karakteristik dari bubuk yang dihasilkan dapat dikontrol, dan property bubuk dapat dijaga konstan selama operasi berlangsung. Dengan desain pengering semprot (*spray dryer*) yang tersedia, dimungkinkan untuk memilih tipe alat untuk menghasilkan baik bubuk yang halus maupun kasar, aglomerat, maupun granula⁽¹²⁾.

Spray drying meliputi atomisasi sampel bahan menjadi *spray*, dan kontak antara *spray* dan media pengeringan menghasilkan penguapan dari kelembaban. Pengeringan dari *spray* tersebut berlanjut sampai tercapai kandungan kelembaban dalam partikel yang telah kering tersebut tercapai⁽¹²⁾.

Pengertian dari atomisasi adalah proses perpecahan partikel liquid menjadi jutaan tetesan (*droplets*) yang membentuk *spray*. Satu kubik meter liquid membentuk hampir 2×10^{12} tetesan yang seragam dengan ukuran $100 \mu\text{m}$. Energi untuk proses ini dikontrol oleh sentrifugal, tekanan, kinetik atau efek sonik. Selama proses kontak *spray* dengan udara, tetesan bertemu dengan udara panas dan penguapan kelembaban terjadi di tetesan. Penguapan terjadi sangat cepat tergantung dari luas area tetesan pada *spray*. Sebagai contoh 2×10^{12} tetesan dengan diameter $100 \mu\text{m}$ mempunyai total luas area 60000 m^2 .

Sampel bahan cair seperti larutan, suspensi, atau emulsi dapat diubah menjadi bentuk bubuk, butiran atau aglomerat dalam satu langkah operasi dalam pengering semprot. Sampel bahan yang diatomisasi dalam bentuk percikan disentuh dengan gas panas dalam ruang pengering. Pemilihan dan rancangan pengatom yang tepat sangat penting terhadap operasi *spray dryer* karena dipengaruhi oleh jenis sampel bahan (kekentalan), sifat abrasif, laju umpan, ukuran partikel yang diinginkan dan sebaran ukuran serta rancangan geometri ruang dan mode aliran, seperti aliran searah, berlawanan, atau campuran⁽¹²⁾.

6. Tablet

Tablet adalah suatu sediaan padat mengandung bahan obat dengan atau tanpa bahan pengisi. Berdasarkan metode pembuatan tablet, dapat digolongkan sebagai tablet cetak dan tablet kempa⁽¹³⁾.

Tablet merupakan suatu sediaan farmasi yang mempunyai beberapa keuntungan yaitu tablet merupakan bentuk sediaan utuh yang mempunyai keuntungan lebih baik dari semua bentuk sediaan oral untuk ketepatan ukuran dan variabilitas kandungan yang paling rendah, biaya pembuatan paling rendah, bentuk sediaan yang paling mudah dan paling murah untuk dikemas serta dikirim, sediaan oral yang paling mudah untuk diproduksi secara besar-besaran, tablet merupakan sediaan oral yang memiliki sifat pencampuran kimia, mekanik dan stabilitas mikrobiologi yang baik.

Bahan-bahan yang biasa ditambahkan dalam formulasi pembuatan tablet antara lain :

1) Bahan pengisi

Bahan pengisi berfungsi untuk memperbaiki kompresibilitas dan sifat alir bahan aktif yang sulit dikempa serta untuk memperbaiki daya kohesi sehingga dapat dikempa langsung, dan meningkatkan sifat alir⁽¹²⁾. Bahan pengisi harus memenuhi persyaratan : tidak toksik, tersedia dalam jumlah yang cukup, harganya cukup murah, tidak berkontraindikasi dengan komponen lain, harus inert secara fisiologis, stabil secara fisik dan kimia baik dalam kombinasi dengan berbagai obat atau komponen tablet lain, bebas dari mikroba, mudah bercampur dengan warna, tidak boleh menggunakan bioavailabilitas obat. Bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan pengisi antara lain amilum, manitol, sorbitol, kalsium sulfat dan laktosa.

2) Bahan pengikat

Aglomerasi zat aktif dan eksipien melalui proses granulasi basah bertujuan untuk meningkatkan sifat aliran serbuk sehingga ruahan serbuk dapat secara akurat dibagi untuk menghantarkan takaran obat dan untuk meningkatkan keterkemampuan yang menghasilkan tablet dengan friabilitas rendah dan kekuatan kekerasan yang baik. Hal ini dicapai dengan menggunakan eksipien yang mempunyai sifat mengikat karena forsa kohesi dan adhesi⁽¹⁶⁾.

Bahan pengikat dapat ditambahkan dalam bentuk kering dan larutan. Tetapi lebih efektif bila ditambahkan dalam bentuk kering dan larutan. Pada metode granulasi basah dapat dilakukan penambahan dengan 2 cara:

- a. Bahan pengikat ditambahkan dalam keadaan kering dan dicampur dengan bahan penolong lain, lalu ditambah air atau pelarut yang cocok untuk membentuk massa granul.
- b. Bahan pengikat ditambahkan dulu dalam air sehingga membentuk suatu *mucilago*, lalu dilarutkan pada campuran serbuk obat dan bahan penolong. Bahan ini lebih efektif dibanding penambahan secara kering.

Kebanyakan pengikat bersifat hidrofilik dan larut dalam air. Pengikat untuk granulasi basah biasanya dilarutkan dalam air atau suatu pelarut (umumnya alkohol), dan larutan pengikat digunakan untuk membentuk massa basah atau granulasi. Kadang-kadang lebih baik mencampur pengikat dalam keadaan kering dengan bahan aktif dan eksipien, kemudian digranulasi dengan air. Pada umumnya pengikat efektif dengan jumlah air (kelembaban) kecil. Dalam pengikatan partikel bersama, yang berperan penting adalah forsa *van der Waals* dan ikatan hidrogen⁽¹³⁾.

Bahan pengikat yang digunakan dalam pembuatan dalam pembuatan tablet ekstrak daun belimbing wuluh adalah amilum. Amilum termasuk kelompok bahan pengikat hard tablet yang dapat meningkatkan kekerasan tablet, selain itu amilum juga murah dan mudah didapat. Amilum manihot (pati) telah lama digunakan, baik sebagai bahan makanan maupun sebagai eksipien dalam sediaan farmasi terutama pada formulasi sediaan tablet sebagai bahan pengikat, pengisi, maupun sebagai penghancur. Penambahan bahan pengikat dimaksudkan untuk memberikan kekompakan dan daya tahan tablet sehingga kekerasan tablet lebih kuat.

3) Bahan Penghancur

Bahan penghancur ditambahkan untuk memudahkan pecahnya atau hancurnya tablet ketika kontak dengan cairan saluran pencernaan. Bahan penghancur berfungsi menarik air kedalam tablet, mengembang dan menyebabkan tablet pecah menjadi bagian-bagian.

4) Bahan pelicin (*lubricant*)

Bahan pelicin secara langsung dapat mempengaruhi sifat fisik yang dihasilkan. Bahan pelicin dalam formulasi tablet mempunyai tiga fungsi, yaitu :

(a) *Lubricants*

Lubricants adalah bahan yang berfungsi untuk mengurangi friksi antara permukaan dinding atau tepi tablet dengan dinding *die* selama kompresi dan ejsi. Lubrikan yang tidak larut air akan menurunkan kecepatan disintegrasi tablet. Semakin lama pencampuran lubrikan akan memperlama kecepatan disintegrasi tablet karena partikel lubrikan akan semakin rata menutupi permukaan granul.

(b) *Glidants*

Glidants ditambahkan dalam formulasi untuk menaikkan atau meningkatkan fluiditas massa yang akan dikempa sehingga massa tersebut dapat mengisi di dalam jumlah yang seragam. Bahan tambahan yang dapat berfungsi sebagai glidant adalah talk, amilum, logam stearat, asam stearat, Natrium benzoate.

(c) *Anti adherents*

Anti adherents merupakan bahan yang dapat mencegah melekatnya (*sticking*) permukaan tablet pada *punch* atas dan *punch* bawah. Bahan tambahan yang dapat berfungsi sebagai anti adherent adalah talk, amilum jagung, Mg stearat, Natrium Lauril Sulfat.

7. Metode Pembuatan Tablet

Metode Granulasi basah

Granulasi basah atau aglomerasi serbuk dilakukan dengan cara pengadukan/agitasi serbuk atau campuran serbuk dengan keberadaan cairan yang biasanya berupa larutan pengikat yang sudah dicampurkan dengan serbuk kering. Pembentukan granul dan pertumbuhan berlangsung karena efek ikatan mobil-liquid yang terbentuk antara partikel primer. Prosesnya melalui tahap-tahap berikut:

- (a) Deaglomerasi bahan awal dengan penggilingan atau pengayakan
- (b) Pencampuran kering bahan awal

- (c) Penambahan cairan dan pembentukan masa basah/lembab
- (d) Pengayakan masa basah untuk menghilangkan bongkahan besar
- (e) Pengeringan
- (f) Penggilingan atau pengayakan granulasi kering untuk mencapai granul/distribusi ukuran granul yang sesuai ⁽¹⁶⁾.

Keuntungan dari granulasi basah adalah :

- a) Meningkatkan kohesifitas dan kompaktilitas serbuk sehingga diharapkan tablet yang dibuat dengan mengempa sejumlah granul pada tekanan kompresi tertentu akan menghasilkan bentuk tablet yang bagus, keras dan tidak rapuh.
- b) Zat aktif yang kompaktilitasnya rendah dalam dosis yang tinggi dibuat dengan metode granulasi basah, karena jika digunakan metode cetak langsung memerlukan banyak eksipien sehingga berat tablet terlalu besar.
- c) Zat aktif yang larut dalam dosis kecil, maka distribusi dan keseragaman zat aktif akan lebih baik kalau dicampurkan dengan larutan bahan pengikat.

Kerugian dari metode ini adalah perlu waktu dan biaya yang cukup besar, termasuk para pekerja, perolahan, energi dan ruangan. Pada saat granulasi terjadi perubahan partikel bahan baku menjadi granul dengan ukuran lebih besar dan lebih seragam sehingga fluiditas dan kompresibilitas serbuk lebih baik.

8. Monografi Bahan

Bahan-bahan pembantu dalam pembuatan tablet ekstrak daun belimbing wuluh yang digunakan dalam formulasi adalah sebagai berikut :

- a. Amilum Manihot (pati singkong)

Pati singkong adalah pati yang diperoleh dari umbi akar *Manihot utilisima* Pohl (familia *Euphorbiaceae*). Merupakan serbuk sangat halus, putih, tidak berbau, tidak berasa. Kelarutan praktis tidak larut dalam air dingin dan dalam etanol, tetapi larut dalam air panas ⁽¹⁷⁾. Amilum sangat cocok digunakan sebagai bahan pengikat pada pembuatan tablet dengan metode granulasi basah dengan cara dibuat *mucilago* terlebih dahulu. *Mucilago amili* dengan konsentrasi 5-10% merupakan bahan pengikat yang baik, dapat menghasilkan granul dan tablet yang mudah hancur dalam tubuh dan bersifat netral dan non reaktif sehingga dapat digunakan dengan kebanyakan zat aktif ⁽⁶⁾.

b. Aerosil

Struktur formula : SiO_2

Silisium dioksida terdispersi tinggi atau aerosol merupakan produk yang memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi dan terbukti sangat menguntungkan sebagai bahan pengatur aliran. Sifat alir dan sifat sebarannya sangat baik, daya serapnya terhadap air dan minyak besar, produk ini dapat mengatasi lengketnya partikel satu sama lain. Sehingga mengurangi gesekan antar partikel. Aerosil mampu mengikat lembab melalui gugus silanolnya (mereka dapat menarik air 40% dari massanya) dan meskipun demikian sebagai serbuk masih mampu mempertahankan daya alirnya yang baik ⁽⁶⁾.

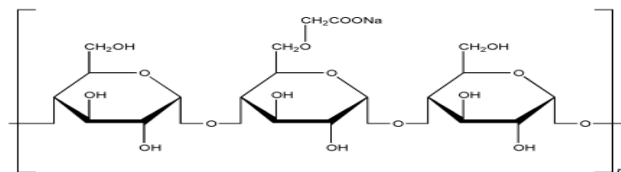
c. Magnesium stearat

Struktur formula : $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}]_2\text{Mg}$

Magnesium stearat merupakan senyawa magnesium dengan campuran asam-asam organik padat yang diperoleh dari lemak, terutama terdiri dari magnesium stearat dan magnesium palmitat dalam berbagai perbandingan. Mengandung setara dengan tidak kurang dari 6,8% dan tidak lebih dari 8,3% MgO. Berupa serbuk halus, putih dan voluminous, bau lemah khas, mudah melekat di kulit, bebas dari butiran. Magnesium stearat memiliki kelarutan tidak larut dalam air, dalam etanol, dan dalam eter ⁽¹³⁾. Magnesium stearat memiliki fungsi sebagai pelumasan dalam pembuatan tablet atau kapsul ⁽⁶⁾.

d. Primogel

Primogel merupakan garam sodium dari karboksil eter yang mengandung 2,8-4,2% sodium. Berupa serbuk putih sampai krem, tidak berbau, tidak berasa, serbuk hablur. Primogel merupakan granul berdiameter 30-100 μm , memiliki kelarutan tidak mudah larut dalam air, sedikit larut dalam etanol 95%, pada konsentrasi 2% w/v terdispersi dalam air dingin membentuk larutan koloidal. Konsentrasi yang biasa digunakan dalam formulasi berkisar 2-10%. Primogel biasa digunakan sebagai disintegran pada sediaan tablet atau kapsul ⁽⁶⁾.



Gambar 3. Struktur primogel ⁽⁶⁾

9. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi lapis tipis adalah salah satu dari prosedur kromatografi dengan pemisahan komponen-komponen atas dasar perbedaan adsorpsi atau partisi oleh fase diam dibawah gerakan pelarut pengembang atau pelarut pengembangan campur. Lapisan yang memisahkan terdiri atas bahan berbutir-butir yang disebut fase diam. Fase diam ditempatkan pada penyangga berupa pelat gas, logam atau lapisan yang cocok. Campuran yang akan dipisah berupa larutan, ditotolkan berupa bercak atau pita pada plat tersebut, kemudian dimasukkan kedalam bejana tertutup rapat yang berisi larutan pengembang yang terdiri dari satu atau beberapa pelarut yang akan bergerak dalam fase diam oleh adanya gaya kapiler. Pemisahan senyawa terjadi selama proses pengembangan⁽¹⁸⁾.

Fase gerak adalah medium angkut yang terdiri dari satu atau beberapa pelarut. Ia bergerak dalam fase diam karena adanya gaya kapiler. Pemilihan fase gerak tergantung pada sifat pelarut dan kekuatan elusi. Fase gerak yang digunakan sebaiknya adalah campuran pelarut organik yang mempunyai polaritas yang serendah mungkin untuk mengurangi serapan dari setiap komponen campuran pelarut⁽¹⁹⁾.

Pemilihan fase gerak untuk KLT berdasarkan polaritas komponen yang akan dipisahkan atau atas dasar *like dissolve like*. Selain pelarut tunggal dapat juga digunakan campuran pelarut tetapi tidak boleh lebih dari tiga jenis pelarut sebab campuran yang lebih kompleks akan cepat mengalami perubahan fase terhadap perubahan suhu. Dalam hal ini kemurnian pelarut penting karena digunakan dalam pemisahan sampel yang jumlahnya sedikit⁽²⁰⁾.

$$R_f = \frac{\text{jarak titik pusat bercak dari titik awal}}{\text{jarak batas pengembangan dari titik awal}} \dots\dots\dots (20)$$

Penamaan harga Rf ini diturunkan dari “*ratio of fronts*” atau “*related of front*”. Angka Rf berkisar antara 0,00-1,00 dan hanya dapat ditentukan dua desimal. hRf adalah angka Rf yang dikalikan faktor 100 (L) menghasilkan nilai berjangka 0-100 atau merupakan bilangan utuh antara 1-99. Jika dipilih 10 cm sebagai jarak pengembang, maka jarak rambat suatu senyawa (titik awal pusat bercak dalam cm) kali 10 menghasilkan harga hRf. Angka Rf merupakan fungsi sejumlah faktor dan angka ini dianggap sebagai petunjuk saja. Hal ini yang

menyebabkan angka hRf yang dicantumkan bertujuan untuk menunjukkan letak suatu senyawa pada kromatogram⁽²⁰⁾.

Harga Rf untuk senyawa murni dapat dibandingkan dengan harga standar. Perlu diperhatikan bahwa harga Rf yang diperoleh hanya berlaku untuk campuran tertentu dari pelarut dan penyerap yang digunakan⁽²⁰⁾.

B. Landasan Teori

Indonesia yang beriklim tropis menyebabkan tanahnya subur sehingga banyak jenis tumbuhan yang dapat tumbuh. Diantara berbagai jenis tersebut beberapa jenis tumbuhan memiliki khasiat sebagai obat, salah satunya adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) yang dapat berkhasiat sebagai antihipertensi. Dari hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh dapat menurunkan tekanan darah⁽⁵⁾.

Ekstrak daun belimbing wuluh dibuat dalam bentuk tablet dengan metode granulasi basah. Granulasi basah memerlukan pembasah untuk membuat massa granul, maka pembasah yang digunakan biasanya bahan pengikat dalam bentuk larutan. Bahan pengikat yang digunakan adalah *mucilago amilum*. *Mucilago amilum* dengan konsentrasi 5-10% merupakan bahan pengikat yang baik, dapat menghasilkan granul dan tablet yang mudah hancur dalam tubuh dan bersifat netral dan non reaktif sehingga dapat digunakan dengan kebanyakan zat aktif.

C. Hipotesis

Perbedaan konsentrasi *mucilago amilum* secara statistik mempengaruhi sifat fisik granul dan tablet ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) (diperoleh dari Merapi Farma, Pakem, Sleman, Yogyakarta), etanol 70 %, primogel (kualitas farmasi), magnesium stearat (kualitas farmasi), aerosil (kualitas farmasi), amilum manihot (kualitas farmasi).

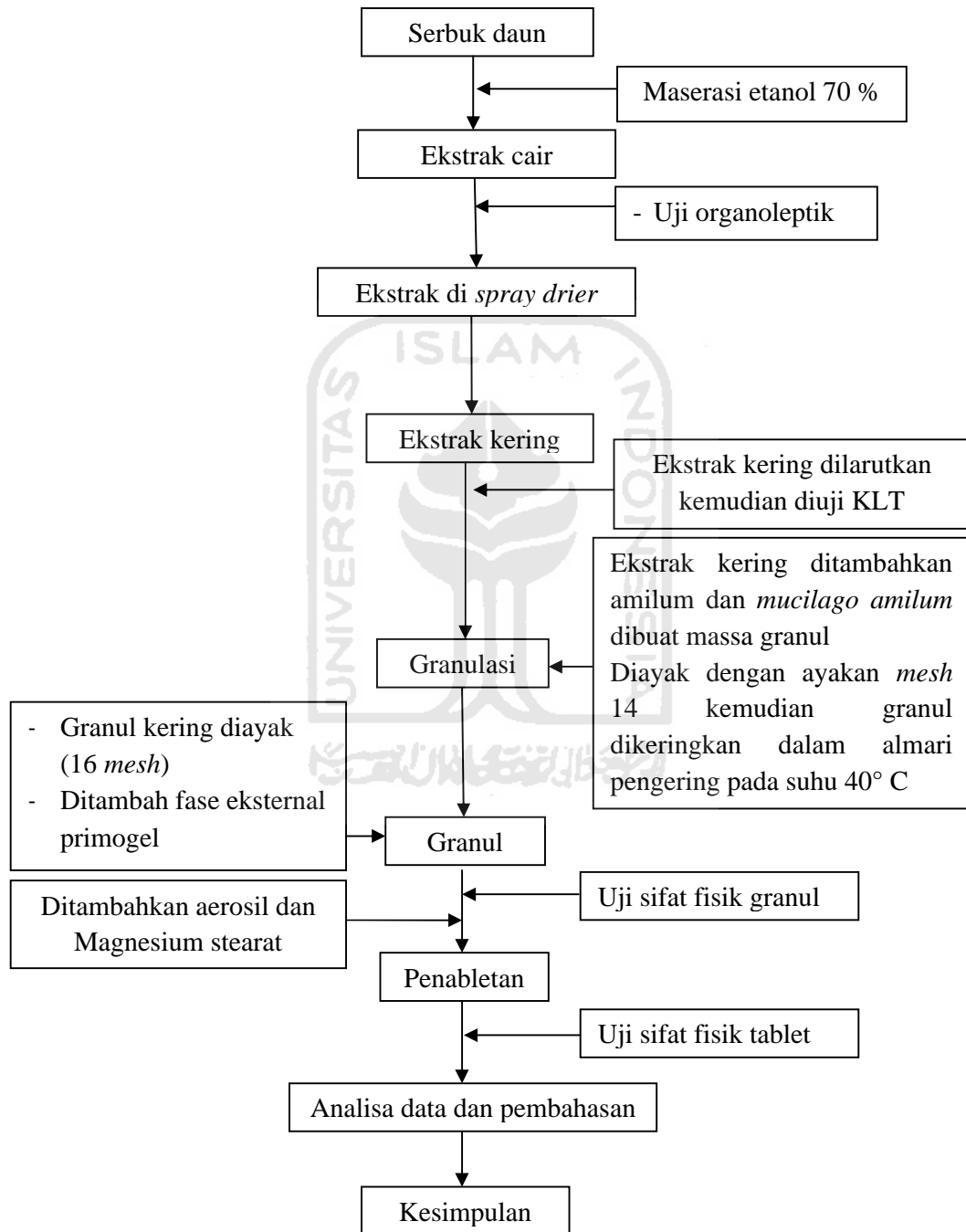
2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bejana maserasi atau toples, lemari pengering, mesin *mini spray dryer* (*Buchi B-290*), oven, ayakan 14 *mesh* dan 16 *mesh*, mesin cetak tablet (Korsch tipe EK 0), mortir dan stamper, pipa kapiler, corong stainless steel, alat uji sudut diam, *stopwatch*, uji daya serap air, alat uji waktu alir, alat uji pengetapan, *Friability Tester* (*erweka / TA-100 / TA-200*), *hardness tester* (*Vanguard/ YD-2*), neraca analitik (*Metler Toledo tipe PL303*), *Disintegration tester* (*erweka ZT-502*).

B. Cara penelitian

1. Skema kerja penelitian

Cara kerja pembuatan tablet ekstrak daun belimbing wuluh secara umum dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4. Skema proses pembuatan tablet

2. Determinasi

Determinasi tanaman daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dilakukan di laboratorium Fitokimia dan Farmakognosi Bagian Biologi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia disesuaikan antara bentuk fisik tanaman menggunakan buku “*Flora of Java*”⁽⁷⁾.

3. Penyarian serbuk

Serbuk kering daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dimasukkan ke dalam bejana maserasi, tambahkan pelarut etanol 70% sampai semua serbuk terendam. Rendaman tersebut dibiarkan selama 24 jam dengan sesekali dilakukan pengadukan agar merata, kemudian disaring menggunakan corong *buchner*. Serbuk yang telah disaring dilakukan remaserasi untuk mengoptimalkan ekstrak yang dihasilkan. Filtrat yang dihasilkan kemudian dikeringkan dengan menggunakan *spray dryer*.

4. Evaluasi ekstrak daun belimbing wuluh

a) Uji Organoleptis

Ekstrak daun belimbing wuluh diamati bau, rasa, warna, dan bentuknya.

b) Uji Kadar Air

Ekstrak daun belimbing wuluh ditimbang 0,5 gram dan dimasukkan ke dalam alat uji kandungan lembab (*moisture balance*) maka akan terjadi pemanasan yang ditandai dengan nyala lampu pada alat. Setelah beberapa saat akan didapatkan hasil kadar air ekstrak yang ditandai dengan padamnya lampu.

5. Perhitungan Dosis

Perhitungan kesetaraan antara dosis kucing dengan dosis manusia berdasarkan penelitian sebelumnya⁽⁵⁾. Dosis ekstrak daun belimbing wuluh untuk kucing = 25 mg/kg BB/hari, dimana bobot kucing rata – rata adalah 2 kg. Nilai konversi dosis kucing ke manusia = 13. Dosis konversi untuk manusia = 25 mg x 2 kg x 13 = 650 mg/hari. Bobot tablet yang akan dibuat 650 mg mengandung 217 mg ekstrak daun belimbing wuluh. Jadi tablet diminum 3 kali sehari.

6. Formula Tablet

Formula tablet dari ekstrak daun belimbing wuluh ini dengan variasi kadar pengikat amilum.

Tabel I. *Formula tablet ekstrak daun belimbing wuluh*

Bahan	Formula I	Formula II	Formula III
Ekstrak (mg)	217	217	217
<i>Mucilago Amilum</i> (mg)	31,4	31,4	31,4
Amilum (mg)	323,6	323,6	323,6
Magnesium stearat (mg)	6,5	6,5	6,5
Aerosil (mg)	6,5	6,5	6,5
Primogel (mg)	65	65	65
Total (mg)	650	650	650

Keterangan:

- Formula I : *mucilago amilum* 5%
 Formula II : *mucilago amilum* 7,5%
 Formula III : *mucilago amilum* 10%

7. Pembuatan granul

Pembuatan granul dilakukan dengan mencampur serbuk ekstrak daun belimbing wuluh ditambahkan amilum sebagai pengisi dan sebagian primogel (fase internal) dan penambahan *mucilago amilum* sehingga membentuk masa granul dan diayak dengan ayakan no 14. Dikeringkan dalam almari pengering dengan suhu 40°C, setelah kering, granul diayak lagi dengan ayakan no.16.

8. Pemeriksaan sifat fisik granul

a) Waktu alir

Ditimbang formulasi granul 100 g, dimasukkan dalam corong yang tertutup bagian bawahnya lewat tepi corong. Penutup corong dibuka secara perlahan-lahan, granul dibiarkan mengalir dan dihitung waktu alirnya. Untuk serbuk atau granul, sifat alirnya bagus bila mempunyai waktu alir tidak lebih dari 10 detik ⁽⁶⁾.

b) Uji pengetapan

Granul dituang pelan-pelan ke dalam gelas ukur sampai volume 100 ml dan dicatat sebagai V_0 . Gelas ukur dipasang pada alat dan motor dihidupkan. Catat perubahan volume pada tap ke 100 sampai 500 sampai volume granul konstan dan dicatat sebagai V_t (volume setelah pengetapan), kemudian bobot

serbuk ditimbang. Pengurangan volume granul akibat pengetapan dinyatakan sebagai harga tap (%) ⁽²³⁾.

c) Sudut diam

Campuran serbuk dimasukkan dalam alat penentu sudut diam hingga dasar yang digunakan sebagai alas horizontal tertutup dengan ketinggian tertentu, alirkan serbuk melalui celah. Sudut diam dihitung berdasarkan perhitungan *cotangent* antara tinggi kerucut yang terbentuk dari alas horizontal. Sudut diam antara 25° – 45° menunjukkan sifat alir yang bagus ⁽²³⁾.

d) Uji Kadar Air

Sebanyak 0,5 gram granul ditimbang kemudian dimasukkan kedalam wadah yang sudah ditara. Granul tersebut dikeringkan pada suhu 105°C dengan menggunakan alat penguji kadar air. Dan dilihat kadar air granul yang terkandung pada monitor.

9. Pembuatan tablet

Granul yang sudah diuji sifat fisiknya selanjutnya ditambahkan bahan penghancur yaitu primogel, bahan pelincir aerosil dan Magnesium stearat kemudian dikempa dengan mesin kempa tablet *single punch* dengan bobot masing-masing tablet 650 mg, dan dikempa dengan tekanan yang sama.

10. Pemeriksaan sifat fisik tablet

a) Uji keseragaman bobot

Tablet diambil 20 secara acak ditimbang satu per satu. Kemudian dihitung nilai bobot rata-ratanya. Setelah didapatkan nilai rata-rata dihitung nilai SD (standar deviasi) dan nilai % CV (koefisien variansi) ⁽²³⁾.

b) Kekerasan tablet

Tablet diambil 10 diuji kekerasannya dengan cara meletakkan tiap tablet dari sampel diantara plat mesin penguji kekerasan (*hardness tester*), alat dinyalakan dan secara otomatis alat akan bergerak dan mengukur kekuatan ketahanan tablet dalam satuan kg/cm^3 . Nilai kekerasan tablet yang baik adalah 4-8 kg/cm^3 ⁽²³⁾.

c) Uji keseragaman ukuran

Tablet diambil 10 diukur keseragaman ketebalan dan diameternya menggunakan jangka sorong.

d) Uji waktu hancur tablet

Tablet dimasukkan dalam masing-masing tabung dari keranjang pada alat waktu hancur (disintegrasi) kemudian dimasukkan kedalam gelas beker yang berisi air dengan temperature 37°C. Posisi alat diatur sedemikian rupa sehingga ketinggian permukaan air sama dengan kedudukan kawat kasa dalam gelas beker bagian bawah pada saat tabung dinaikkan pada posisi tertinggi. Waktu yang dibutuhkan untuk menghancurkan tablet tidak lebih dari 15 menit untuk tablet tidak bersalut⁽²⁴⁾.

e) Uji kerapuhan tablet

Tablet dibebaskan dengan sejumlah 20 dengan aspirator dan ditimbang dalam neraca analitik (a) kemudian dimasukkan dalam *friabilator tester*. Pengujian dilakukan selama 4 menit/100 putaran atau dengan kecepatan 25 rpm. Tablet dikeluarkan dari alat kemudian dibebaskan lagi dan ditimbang (b). Nilai kerapuhan dihitung melalui persamaan yang ada. Tablet dianggap baik bila kerapuhan tidak lebih dari 1%⁽²⁴⁾.

11. Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Analisis kandungan secara kualitatif merupakan salah satu proses yang penting untuk mengetahui ada tidak kandungan zat aktif yang berkhasiat setelah dilakukan formulasi tablet. Suatu sediaan yang baik, seharusnya mempunyai kandungan senyawa aktif untuk dapat memberikan efek terapi yang diharapkan. Adapun senyawa yang akan menjadi fokus utama dalam proses analisis ini adalah kandungan senyawa flavonoid didalamnya.

Uji KLT bertujuan untuk mengetahui apakah kandungan zat aktif dalam ekstrak daun belimbing wuluh. Berikut ini uji KLT yang dilakukan dengan :

Fase diam : Silika Gel 60 F 254

Fase gerak : butanol : asam asetat : air (3:1:1)

Cuplikan : Serbuk ekstrak daun belimbing wuluh

Deteksi : UV-254 nm, UV-365 nm, dan diuapi aluminium chlorida.

C. Analisis hasil

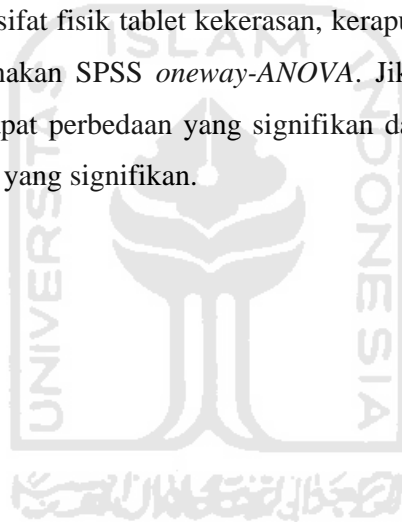
Analisis hasil yang diperoleh dari pengujian berbagai macam parameter tersebut dapat dilakukan dengan cara :

1. Pendekatan Teoritis

Data yang diperoleh dari pengujian-pengujian diatas dibandingkan dengan persyaratan yang terdapat dalam literatur yaitu Farmakope Indonesia dan pustaka lain. Persyaratannya meliputi kecepatan alir tidak kurang dari 10 g/detik, persen pengetapan tidak lebih dari 20%, persen penyimpangan bobot tablet tidak lebih dari 5 %, kekerasan 4-8 kg serta persen kerapuhan tidak lebih dari 1% bobot awal, dan waktu hancur kurang dari 15 menit.

2. Pendekatan Statistik

Dari hasil penelitian sifat fisik tablet kekerasan, kerapuhan, dan waktu hancur dapat dianalisa menggunakan SPSS *oneway-ANOVA*. Jika nilai probabilitasnya $P > 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan dan jika nilainya $P < 0,05$ maka terdapat perbedaan yang signifikan.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Tanaman

Sebelum memulai penelitian, dilakukan identifikasi tanaman untuk memastikan tanaman yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan daun belimbing wuluh dari spesies *Averrhoa bilimbi* L., dan varietas yang digunakan adalah yang berwarna hijau muda. Identifikasi tanaman dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Islam Indonesia dengan berpedoman buku “*Flora Of Java*”⁽⁷⁾. Berdasarkan dari hasil determinasi tanaman diperoleh rumus sebagai berikut :

1b – 2b – 3b – 4b – 6b – 7b – 9b – 10b – 11b – 12b – 13b – 14a – 15b – 197b – 208b – 219b – 220b – 224b – 225b – 227b – 229b – 230b – 234b – 235b – 236b – 237b – 61 (*Oxalidaceae*) – 61.1a (*Averrhoa*) – 61.1b (*Averrhoa bilimbi* L.)

B. Hasil Evaluasi Ekstrak Cair Daun Belimbing Wuluh

Karakteristik ekstrak dilakukan untuk memperoleh kriteria – kriteria fisik dari ekstrak daun belimbing wuluh yaitu uji organoleptis. Pemeriksaan organoleptis dilakukan untuk melakukan pengenalan awal yang sederhana terhadap ekstrak menggunakan panca indera untuk mendeskripsikan bentuk, warna, bau dan rasa dari ekstrak daun belimbing wuluh yang dihasilkan. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel II. Karakteristik ekstrak daun belimbing wuluh

Parameter organoleptik ekstrak	Deskripsi hasil
Bentuk	Cair
Warna	Hijau kehitaman
Bau	Khas aromatik
Rasa	Pahit



Gambar 5. Ekstrak daun belimbing wuluh

C. Serbuk Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

Ekstrak cair yang dihasilkan kemudian diubah dalam bentuk serbuk dengan metode *spray drying* menggunakan alat *spray dryer* di Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Islam Indonesia, menggunakan maltodekstrin 10% sehingga dihasilkan ekstrak kering lalu disimpan di *desikator*. Tujuan disimpan dalam *desikator* ini karena sifat dari serbuk ekstrak daun belimbing wuluh ini bersifat higroskopis. Sifat higroskopis ini kemungkinan disebabkan prosentase dari maltodekstrin yang digunakan cukup tinggi, sehingga masa yang dihasilkan lengket mengingat sifat maltodekstrin sangat higroskopis. Sebelum dilakukan pembuatan granul, serbuk ekstrak diuji kadar airnya menggunakan alat uji kadar air (*moisture balance*). Ekstrak yang memiliki kadar air yang tinggi dapat menjadi media pertumbuhan kapang dan dapat mengakibatkan kerusakan pada sediaan yang akan dibuat. Hasil dari kadar air serbuk ekstrak daun belimbing wuluh yang diperoleh yaitu 5,85%, dikarenakan serbuk bersifat higroskopis sehingga kadar air yang terkandung didalamnya tinggi.

Tabel III. Karakteristik serbuk ekstrak daun belimbing wuluh hasil *spray dryer*

Parameter organoleptik ekstrak	Deskripsi hasil
Bentuk	Serbuk
Warna	Kuning Kecoklatan
Bau	Khas Jamu
Rasa	Pahit

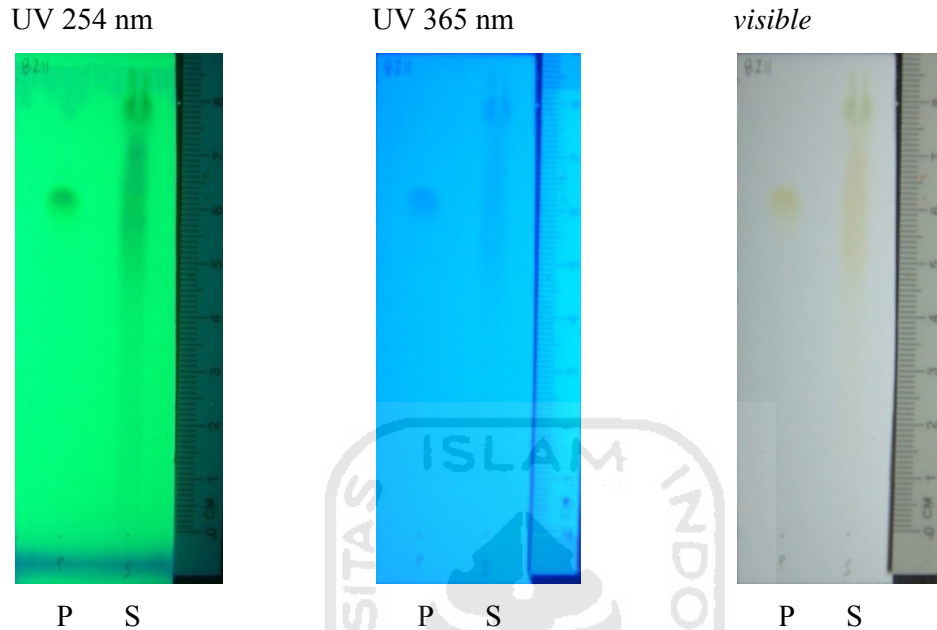


Gambar 6. Serbuk Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

D. Kromatografi Lapis Tipis

Identifikasi senyawa aktif yang terkandung dalam serbuk ekstrak dapat dilakukan dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Uji ini dilakukan untuk melihat dan mengetahui ada tidaknya kandungan zat aktif senyawa flavonoid yang terdapat dalam serbuk ekstrak daun belimbing wuluh.

Uji kandungan senyawa flavonoid pada ekstrak daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi L.*) dilakukan di LPPT Universitas Gajah Mada menggunakan fase diam silika gel 60 F₂₅₄ dan fase gerak Butanol : Asam asetat : Air (3:1:1).



Gambar 7. hasil uji kualitatif senyawa flavonoid ekstrak daun belimbing wuluh menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Keterangan :
 Fase diam : Silika Gel 60 F₂₅₄
 Fase gerak : Butanol : Asam asetat : Air (3!:1)
 Detektor : *aluminium chloride*
 P (Pembanding) : Senyawa Rutin
 S (Sampel) : Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

Hasil uji KLT dari ekstrak daun belimbing wuluh dibandingkan dengan pembanding rutin karena rutin merupakan salah satu golongan dari flavonoid yang sudah terisolasi. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada bercak ekstrak daun belimbing wuluh terjadi tailing, hal ini disebabkan karena penarikan senyawa flavonoid oleh pelarut yang kurang sempurna. Dari hasil uji diperoleh warna spot dari senyawa flavonoid mirip dengan pembanding rutin setelah dideteksi dengan AlCl₃. Diperoleh nilai R_f ekstrak daun belimbing wuluh dan R_f pembanding 0,71. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak (+) terdapat senyawa flavonoid karena nilai R_f dan warna bercaknya sama. Senyawa flavonoid yang terkandung didalam ekstrak daun belimbing wuluh diduga adalah flavonoid- α -glikobiosida⁽¹⁴⁾.

E. Pemeriksaan Sifat Fisik Granul Ekstrak Daun Belimbing Wuluh

Suatu produk tablet sangat ditentukan oleh pemeriksaan dari granul yang dihasilkan sebelum proses penabletan. Pemeriksaan terhadap sifat granul yang akan dikempa untuk menjamin kualitasnya sesuai yang telah ditetapkan. Setelah didapatkan granul maka selanjutnya dilakukan evaluasi sifat fisiknya. Uji sifat fisik ini dilakukan untuk mendapatkan profil sifat fisik dari masing-masing formula sehingga dapat diperoleh formula optimum tablet ekstrak daun belimbing wuluh. Berikut ini merupakan tabel hasil pemeriksaan uji sifat fisik granul :

Tabel IV. Data hasil uji sifat fisik granul ekstrak daun belimbing wuluh dengan variasi kadar *mucilago amilum* sebagai pengikat

Sifat fisik	Formula I	Formula II	Formula III
Waktu alir (detik)	3,4 ± 0,78	1,95 ± 0,06	2,16 ± 0,15
Sudut diam (derajat)	25,22 ± 4,54	21,47 ± 0,29	21,63 ± 1,02
Kadar air (%)	8,63 ± 0,31	9,25 ± 0,44	8,73 ± 0,03
Pengetapan (%)	20,67 ± 0,58	22,17 ± 1,04	20,33 ± 0,58

Keterangan :

- Formula I : konsentrasi *mucilago amilum* 5%
- Formula II : konsentrasi *mucilago amilum* 7,5%
- Formula III : konsentrasi *mucilago amilum* 10%

1. Waktu Alir Granul

Waktu alir granul memegang peranan penting dalam pembuatan tablet yaitu dalam pengisian granul kedalam *die* (ruang kompresi) yang akan menentukan keseragaman bobot tablet yang akan dibuat, dimana jika granul dapat mengalir baik dan bebas (*free flowing*) sehingga ruang dalam mesin cetak akan selalu terisi penuh. Apabila granul mudah mengalir maka tablet yang dihasilkan mempunyai keseragaman bobot yang sama. Baik buruknya waktu alir granul dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran granul, bentuk granul, densitas dan kelembaban relatif. Dalam penelitian ini uji sifat alir digunakan metode langsung yaitu dengan mengukur kecepatan alir sejumlah serbuk atau granul. Dari data diatas terlihat bahwa granul dari ketiga formula memiliki waktu alir yang berbeda-beda. Sebanyak 100 gram serbuk atau granul dengan waktu alir 10 detik akan mengalami kesulitan pada saat penabletan, hal ini berarti kecepatan granul yang baik tidak boleh lebih dari 10 detik⁽²¹⁾.

Pada formula I memiliki waktu alir $3,4 \text{ detik} \pm 0,78$, formula II $1,95 \text{ detik} \pm 0,06$, formula III $2,16 \text{ detik} \pm 0,15$. Dari hasil yang diperoleh dapat dikatakan bahwa amilum sebagai pengikat tidak berpengaruh terhadap waktu alir granul. Hal ini dikarenakan pengikat amilum dan bahan-bahan lain yang tidak homogen pada saat proses granulasi sehingga ukuran partikel granul yang tidak seragam. Semakin seragam ukuran granul maka akan mempercepat waktu alirnya. Pada ketiga formula mempunyai waktu alir kurang dari 10 detik sehingga dapat dikatakan bahwa sifat alir granul ekstrak daun belimbing wuluh memenuhi persyaratan.

2. Sudut Diam

Pengukuran sudut diam adalah cara pengukuran sifat alir secara tidak langsung. Sudut diam merupakan sudut maksimal yang mungkin terjadi antara tinggi permukaan suatu tumpukan serbuk dengan jari-jari pada bidang horizontal. Sudut diam merupakan sudut yang terbentuk dari timbunan partikel berbentuk kerucut dengan bidang datar⁽²²⁾. Sudut diam antara $25^\circ - 45^\circ$ menunjukkan sifat alir yang bagus⁽²³⁾. Bila sudut diam lebih kecil atau sama dengan 30° biasanya menunjukkan bahwa bahan dapat mengalir bebas, bila sudut lebih besar atau sama dengan 40° biasanya daya mengalirnya kurang baik⁽²⁴⁾.

Formula I memiliki sudut diam $25,22^\circ \pm 4,54$, formula II memiliki sudut diam $21,47^\circ \pm 0,29$ dan formula III memiliki sudut diam $21,63^\circ \pm 1,02$. Dari ketiga formula memiliki sudut diam kurang dari 30° sehingga memenuhi persyaratan sudut diam yang baik. Dari data yang diperoleh dapat dikatakan bahwa variasi pengikat *mucilago amilum* tidak berpengaruh terhadap sudut diam granul. Hal ini dapat dilihat dari waktu alirnya yang tidak dipengaruhi oleh variasi kadar *mucilago amilum*, karena sudut diam saling berkaitan dengan waktu alirnya.

3. Kadar Air

Kadar air merupakan parameter yang harus diketahui nilai kadar air dalam evaluasi sifat fisik granul. Sisa air yang tertinggal dalam granul berpotensi memberikan efek pada stabilitas produk. Kadar air dapat mempengaruhi sifat alir, proses pengempaan, serta hasil akhir yang akan

mempengaruhi kekerasan dari tablet yang dihasilkan. Suatu granul dikatakan memiliki kadar air yang baik berkisar 2-5%⁽²⁶⁾.

Kadar air yang terukur pada masing-masing formula berbeda. Kadar air pada formula I $8,63\% \pm 0,31$, pada formula II $9,25\% \pm 0,44$, pada formula III $8,73\% \pm 0,03$. Dari data diatas dapat diketahui bahwa kadar air pada ketiga formula tidak memenuhi persyaratan. Faktor yang dapat mempengaruhi kadar air adalah sifat fisik dari ekstrak daun belimbing wuluh yang sangat higroskopis dan pengikat *mucilago amilum* yang mengandung air sehingga akan mempengaruhi hasil kadar air granulnya. Faktor lain tidak terpenuhinya syarat kandungan air dimungkinkan karena proses pembuatan granul ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan diruangan yang memiliki kelembaban relatif 50%. Dalam penelitian ini kemungkinan sudah tercapai kesetimbangan kandungan lembab antara bahan-bahan granul dengan kelembaban di ruangan pembuatan, sehingga walaupun sudah dikeringkan dalam oven, granul yang dihasilkan tidak dapat mencapai kadar air 2-5%.

4. Pengetapan

Pengetapan menunjukkan semakin baiknya sifat alir, yang menunjukkan penerapan volume sejumlah granul, serbuk akibat hentakan atau tap dan getaran (*vibrating*). Faktor-faktor yang berpengaruh adalah bentuk, kerapatan dan ukuran partikel. Uji pengetapan ditunjukkan dengan harga indeks pengetapan (T%), semakin kecil harga T% menunjukkan bahwa serbuk semakin dapat menata diri dengan baik sehingga pada pengetapan tidak memberikan penurunan volume yang besar. Granul atau serbuk dengan indeks pengetapan kurang dari 20% mempunyai sifat alir yang baik⁽²⁵⁾.

Hasil penelitian didapatkan T% pada formula I $20,67\% \pm 0,58$, formula II $22,17\% \pm 1,04$, formula III $20,33\% \pm 0,58$. Dari ketiga formula diatas tidak ada yang memenuhi persyaratan pengetapan yang baik karena indeks pengetapan yang dimiliki lebih dari 20%. Hal tersebut dikarenakan ukuran partikel yang tidak seragam akibat pencampuran bahan dengan pengikat yang tidak homogen sehingga jika jumlah *fines*nya dalam campuran granul terlalu besar, harga indeks pengetapan akan naik. *Fines* membutuhkan getaran yang lebih banyak untuk menata dirinya mengisi celah antar partikel

yang menyebabkan volume akan menurun banyak sehingga hasil uji pengetapan granul perlu ditambahkan aerosil untuk memperbaiki sifat alir granul.

F. Sifat Fisik Tablet

Setelah pemeriksaan sifat fisik granul, langkah selanjutnya adalah proses penabletan. Granul yang sudah diuji ditambahkan magnesium stearat dan aerosil sebelum dilakukan penabletan tablet ekstrak daun belimbing wuluh menggunakan mesin cetak tablet dengan pengaturan bobot 650 mg dan tekanan yang diinginkan yang kemudian dilakukan pemeriksaan sifat fisik tablet. Adapun data hasil pemeriksaan sifat fisik tablet ekstrak daun belimbing wuluh :

Tabel V. Data hasil uji sifat fisik tablet ekstrak daun belimbing wuluh dengan variasi kadar *mucilago amilum* sebagai pengikat

Sifat fisik	Formula I	Formula II	Formula III
Bobot (mg)	649,60 ± 8,71	651,45 ± 5,32	648,55 ± 5,26
CV bobot %	1,34	0,82	0,81
Kekerasan (kg)	5,03 ± 0,57	5,55 ± 0,34	5,63 ± 0,50
Kerapuhan (%)	0,42 ± 0,05	0,41 ± 0,12	0,31 ± 0,08
Waktu hancur (menit)	18,29 ± 1,94	18,85 ± 1,30	20,88 ± 1,45
Ketebalan (mm)	3,86 ± 0,03	3,88 ± 0,09	3,78 ± 0,05
CV %	0,80	2,31	1,32
Diameter (mm)	13,07 ± 0,05	13,20 ± 0,06	13,08 ± 0,04
CV %	0,38	0,45	0,30

Keterangan :

- Formula I : konsentrasi *mucilago amilum* 5%
- Formula II : konsentrasi *mucilago amilum* 7,5%
- Formula III : konsentrasi *mucilago amilum* 10%

Formula I



Formula II



Formula III



Gambar 8. Tablet ekstrak daun belimbing wuluh

1. Keseragaman bobot tablet

Keseragaman bobot merupakan salah satu parameter baik tidaknya produksi tablet. Selama produksi tablet harus diperiksa secara rutin untuk

memastikan bahwa bobot tablet yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Sifat alir granul merupakan faktor yang mempengaruhi keseragaman bobot. Sifat alir yang baik menyebabkan jumlah granul yang masuk ke dalam ruang cetak relatif sama sehingga variasi bobotnya kecil. Keseragaman bobot yang didapatkan dari formula I $649,6 \text{ mg} \pm 8,71$ dengan nilai CV 1,34%, formula II $651,45 \text{ mg} \pm 5,32$ dengan nilai CV 0,82% dan pada formula III $648,55 \text{ mg} \pm 5,26$ dengan nilai CV 0,81%. Dari ketiga formula memenuhi persyaratan karena tidak ada tablet yang menyimpang dari bobot rata-ratanya lebih dari 5%.

Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan yang berlawanan arah antara konsentrasi pengikat amilum manihot dengan % penyimpangan bobot dimana semakin meningkatnya konsentrasi amilum manihot maka penyimpangan bobot tablet akan semakin menurun. Harga koefisien variasi (CV) yang digunakan untuk menentukan apakah berat tablet konstan atau tidak, tablet yang baik memiliki harga $CV \leq 5\%$ ⁽¹⁷⁾. Dari ketiga formula harga CV memenuhi keseragaman bobot. Hal ini dapat dicapai karena granul mempunyai sifat alir yang baik. Adanya bahan pengikat akan meningkatkan kekuatan dan mobilitas granul juga akan semakin meningkat sehingga granul dapat dengan mudah mengisi ke dalam ruang cetak mesin tablet dan akan memperkecil variasi bobot tablet yang dihasilkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keseragaman bobot tablet selain dari sifat alir granul adalah kondisi peralatan tablet. Mesin tablet yang digunakan juga berpengaruh terhadap variasi bobot tablet, pengaturan pada mesin tablet akan menghasilkan bobot tablet seragam. Kondisi mesin tablet yang kurang baik, serta sering berubahnya pengaturan tekanan atau pengaturan volume dapat mengakibatkan terjadinya variasi bobot tablet. Oleh karena itu, setiap kali akan melakukan penabletan suatu formula maka peralatan dari mesin tablet harus memenuhi standarisasi dengan baik agar tidak terjadi variasi bobot tablet.

2. Kekerasan

Kekerasan tablet menunjukkan ketahanan tablet terhadap berbagai guncangan mekanik pada saat pembuatan, pengepakan, dan pengangkutan.

Kekerasan tablet dipengaruhi oleh besarnya tekanan saat pengempaan, sifat alir granul, serta konsentrasi bahan pengikat harus sesuai agar dapat dihasilkan tablet dengan kekerasan yang memenuhi persyaratan. Tablet dikatakan baik apabila mempunyai kekerasan 4-8 kg⁽²³⁾. Uji kekerasan tablet dimaksudkan untuk menilai ketahanan tablet terhadap kekuatan mekanik seperti guncangan atau benturan dengan benda lain setelah penabletan, seperti saat pengemasan atau saat transportasi pada konsumen.

Dari hasil penelitian diperoleh kekerasan tablet pada formula I $5,03 \text{ kg} \pm 0,57$, formula II $5,55 \text{ kg} \pm 0,34$, dan formula III $5,63 \text{ kg} \pm 0,50$. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa ketiga formula memenuhi persyaratan. Data dari uji kekerasan kemudian dilakukan analisis uji statistik *oneway ANOVA* ($p < 0,05$) diperoleh nilai signifikansi 0,018. Kemudian dilanjutkan dengan uji post hoc test didapatkan hasil antara formula I dengan formula II memiliki perbedaan yang tidak signifikan. Formula II dengan Formula III juga berbeda tidak signifikan. Namun pada Formula I dan Formula III memiliki perbedaan yang signifikan. Kekerasan tablet seragam/sama karena pengaturan tekanan kompresi saat penabletan. Dengan ditingkatkannya kompresi maka akan menyebabkan tablet menjadi lebih halus dan kekerasan tablet akan meningkat⁽²⁴⁾.

Kekerasan tablet tergantung pada kekuatan ikatan antar partikel didalamnya dimana saat terjadi tekanan pada mesin pencetak tablet partikel yang ada akan saling berikatan. Semakin tinggi kekerasan tablet maka ikatan antar partikel penyusun tablet semakin kuat sehingga cairan sukar masuk kedalam tablet. Namun, selain hal tersebut terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi kekerasan tablet yaitu perubahan distribusi ukuran partikel granulasi selama proses kompresi. Sifat kekerasan tablet sangat mempengaruhi sifat fisik tablet lainnya yaitu kerapuhan dan waktu hancur.

3. Kerapuhan

Uji kerapuhan digunakan untuk melihat kerapuhan dari tablet, dimana permukaan tablet akan memperlihatkan bukti pecah saat diberikan guncangan mekanik. Kerapuhan sendiri adalah parameter dari kemampuan tablet untuk

dapat menahan guncangan selama proses pengolahan, pengemasan dan penggunaan sampai pada konsumen.

Uji kerapuhan dilakukan dengan menimbang 20 tablet terlebih dahulu kemudian dibebasdebukan dan dimasukkan dalam alat *Friability tester*. Setelah berputar dengan kecepatan 25 rpm, tablet kemudian dibebasdebukan dan ditimbang lagi beratnya. Tablet dinyatakan lolos uji kerapuhan jika pengurangan dari masa total tidak lebih dari 1% ⁽²⁶⁾.

Kerapuhan tablet dipengaruhi oleh kekerasan tablet dan kekuatan ikatan antar partikel pada permukaan tablet. Semakin tinggi kekerasan tablet maka kerapuhannya semakin rendah. Kerapuhan menunjukkan kekuatan ikatan partikel-partikel pada bagian tepi atau permukaan tablet yang ditandai dengan massa partikel yang terlepas dari tablet melalui beban pengujian teknis.

Dari hasil penelitian diperoleh data bahwa pada formula I mempunyai kerapuhan $0,42\% \pm 0,05$, pada formula II sebesar $0,41\% \pm 0,12$, dan pada formula III sebesar $0,31\% \pm 0,08$. Dari hasil tersebut, kerapuhan tablet mempunyai nilai dibawah 1%, sehingga dapat dikatakan bahwa ketiga formula memenuhi persyaratan kerapuhan yang baik. Perbedaan pada persen kerapuhan antara formula I, II dan III dapat dikarenakan adanya penambahan bahan pengikat. Dimana penambahan konsentrasi pengikat yang semakin tinggi dapat menghasilkan kerapuhan tablet yang semakin kecil.

Penambahan variasi kadar *mucilago amilum* pada formulasi I, II dan III memiliki pengaruh terhadap kerapuhan tablet dengan semakin besarnya kadar *mucilago amilum* menghasilkan kerapuhan yang menurun. Hal ini dapat disebabkan karena adanya peran dari gaya tarik menarik antar partikel dari pengikat terhadap partikel-partikel yang terdapat didalam tablet. Data dari uji kerapuhan kemudian dilakukan analisis uji statistik *oneway - ANOVA* ($p < 0,05$) diperoleh hasil signifikansi 0,310. Antara formula I, II dan III memiliki perbedaan kerapuhan yang tidak signifikan, yang berarti bahwa variasi kadar pengikat *mucilago amilum* tidak terlalu berpengaruh terhadap kerapuhan tablet.

4. Waktu hancur

Waktu hancur tablet adalah waktu yang diperlukan untuk hancurnya tablet dalam waktu yang sesuai sehingga tidak ada bagian yang tertinggal diatas kasa. Waktu hancur dipengaruhi oleh sifat fisik granul dengan kekerasan. Semakin tinggi kekerasan tablet maka ikatan antar partikel penyusun tablet semakin kuat sehingga kerapuhannya semakin kecil dan porositasnya semakin kecil, dapat menghambat laju penetrasi air kedalam tablet dan waktu hancurnya semakin lama. Waktu hancur tablet yang baik tidak lebih dari 15 menit⁽¹³⁾.

Dari hasil penelitian diperoleh waktu hancur tablet pada formula I sebesar 18,29 menit, formula II sebesar 18,85 menit, dan pada formula III 20,88 menit. Hal ini dikarenakan penggunaan *superdisintegrant* yaitu Primogel dalam formulasi dapat meningkatkan waktu hancur tablet. Kemampuan bahan penghancur ini sangat baik yaitu memiliki daya pengembangnya yang cukup besar dengan masih menjaga keutuhan tabletnya, sehingga pengembangan tersebut memberikan dorongan ke daerah sekelilingnya sehingga membantu proses pecahnya tablet. Pada ketiga formula tidak ada yang memenuhi persyaratan waktu hancur tablet karena waktu hancurnya lebih dari 15 menit. Data dari uji waktu hancur kemudian dilakukan analisis uji statistik *oneway-ANOVA* ($p < 0,05$) diperoleh hasil signifikansi 0,191. Hal ini berarti bahwa terdapat perbedaan yang tidak signifikan waktu hancur tablet antara ketiga formula dengan variasi kadar pengikat *mucilago amilum*.

Tidak optimalnya kerja dari primogel dimungkinkan karena ekstrak yang bersifat higroskopis. Pada saat ditambahkan dengan pengikat *mucilago amilum* terjadi ikatan yang sangat kuat antara ekstrak dengan pengikatnya sehingga kerja dari primogel sebagai penghancur kurang optimal. Primogel tidak dapat mengembang dengan baik sehingga dorongan ke daerah sekelilingnya tidak maksimal dan proses hancurnya tablet menjadi lama.

5. Keseragaman ukuran

Keseragaman ukuran tablet meliputi keseragaman diameter dan tebal tablet. Syarat tablet yang baik adalah memiliki nilai CV kurang dari 5%⁽¹⁷⁾. Keseragaman ukuran menggambarkan reproduisibilitas dan terkait dengan

keseragaman kandungan dan juga terkait dengan faktor estetika. Ukuran tablet khususnya ketebalan tablet dipengaruhi oleh kompresibilitas dan sifat alir granul.

Dari hasil penelitian pada formula I memiliki ketebalan $3,86 \text{ mm} \pm 0,03$ dan diameter $13,07 \text{ mm} \pm 0,05$, pada formula II memiliki ketebalan $3,88 \text{ mm} \pm 0,09$ dan diameter $13,20 \text{ mm} \pm 0,06$ dan pada formula III memiliki ketebalan $3,78 \text{ mm} \pm 0,05$ dan diameter $13,08 \text{ mm} \pm 0,04$. ketiga formula memiliki nilai CV kurang dari 5% sehingga dapat dikatakan bahwa tablet memenuhi keseragaman ukuran yang baik. Ketebalan dan diameter tablet yang seragam karena pengaturan tekanan mesin cetak tablet.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Kadar mucilago amilum paling optimal sebagai bahan pengikat tablet daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) pada konsentrasi 5% karena waktu hancurnya paling cepat.
2. Perbedaan kadar mucilago amilum sebagai bahan pengikat berpengaruh terhadap kekerasan, tetapi tidak berpengaruh terhadap kerapuhan dan waktu hancur tablet daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*).
3. Formula dengan variasi kadar pengikat mucilago amilum menghasilkan tablet ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) yang tidak sepenuhnya memenuhi persyaratan waktu hancur tablet karena >15 menit.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam membuat tablet ekstrak daun belimbing wuluh (*Avverrhoa bilimbi L.*) untuk mendapatkan tablet yang memenuhi waktu hancur dan kadar air yang baik, karena serbuk ekstrak hasil *spray dryer* bersifat higroskopis.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Purwati, S., Salimar dan S. Rahayu. 2005. *Perencanaan menu untuk penderita tekanan darah tinggi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- (2) Rapavi, E., A. Blazovics and J. Fehr. 2000. *Therapeutic herbs in ancient Chinese medicine*. Orv.Hetil.
- (3) Dalimartha, S., 2006, *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*, Ungaran : Trubus Agriwidya.
- (4) Bipat , R. , J.R. Tolsie, R.F. Joemnanbaks, J.M. Gummels, J. Klavermeide, N. Jhanjan, S. Orie, K. Rarajiawan, A. van Brusel, R.C. Soekhoe and D.R.A. Mans. 2008. Effects of plants populary used against hypertension on nornephineprine-stimulated guinea pig atria. *Pharmacognosy*. 4 (13) : 12-19.
- (5) Hernani, Winarti, C., Marwati, T.,2009, *Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Terhadap Penurunan Tekanan Darah Pada Hewan Uji*, http://pascapanen.litbang.deptan.go.id/media/publikasi/jurnal/j.Pascapanen.2009_1_7.pdf (diakses 1 Mei 2011).
- (6) Rowe, R. C., Sheskey, PJ., and Owen, S. C , (Eds.), 2006, *Handbook Of Pharmaceutical Excipients*, Fifthy Edition, American Pharmaceutical Association, London, Chicago.
- (7) Steenis, Van., 2003, Saduran dari Buku *Flora of Java Determinasi Tumbuhan*, diterjemahkan oleh Moeso Surjowinoto, dkk, Cetakan 9, PT. Pradnya Paramita, Jakarta 2, 3, 13-15,43.
- (8) Hutapea, Johny Ria, 2001, *Inventaris Tanaman Obat Indonesia Jilid 2*, Departemen Kesehatan Sosial Republik Indonesia Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta, 37-38.
- (9) Pushparaj, P., Tan, C. H., dan Tan, B. K. H., 2000, *Effects of Avverhoa bilimbi leaf extract on blood glucose and lipids in sreptozotocin-diabetic rats*, *Journal of Ethnopharmacology* 72 (2000) 69-76.
- (10) Kuncahyo, I., dan Sunardi., 2007, *Uji Aktivitas Antioksidan Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap 1,1-Diphenyl-2-Picrylhidrazyl (DPPH)*, *Seminar Nasional Teknologi 24 November 2007*, Yogyakarta.
- (11) Anonim, 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, cetakan I, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- (12) Al Fikri, Ilham M., 2008, *Pengaruh Variasi Flow*, FT Universitas Indonesia, Jakarta.

- (13) Anonim, 1995, *Farmakope Indonesia*, Edisi IV, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 7.
- (14) Soeka, Y. S., Naiola, Elidar, Sulisty, Joko, 2007, *Aktivitas Antimikroba Flavonoid-Glikosida Hasil Sintesis Secara Transglikosilasi Enzimatis*, Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong.
- (15) Prasetya, Andhika A., 2007, *Efek Diuresis Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) pada Tikus Putih Jantan (Rattus Norvegicus)*, skripsi fakultas Kedokteran UNS, Solo.
- (16) Agoes, Goeswin, 2008, *Pengembangan Sediaan Farmasi*, edisi revisi dan perluasan, Penerbit ITB, Bandung, hal 206,226.
- (17) Anonim, 1979, *Farmakope Indonesia*, Edisi III, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 709,771.
- (18) Gritter, R.J., Bobbit, J., M., and Schawarting, A., E., 1991, *Pengantar Kromatografi*, diterjemahkan oleh Kosasi Padmawinata, Edisi kedua, Penerbit ITB, Bandung, 107-133.
- (19) Adnan, N., 1997, *Kromatografi Untuk Analisa Bahan Makanan*, edisi I, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- (20) Sastrohamidjojo, H., 2001, *Kromatografi*, Liberty, Yogyakarta.
- (21) Ilma N., Hasan R., Joshita D., 2005, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, vol. II, No.2, Departemen Farmasi FMIPA-UI, Jakarta.
- (22) Birudaraj, Raj., Goskonda, Sanjay., dan Pande, Poonam G., 2005, Granulation Characterization, In Swarbick, James., (Ed.), *Handbook of Pharmaceutical Granulation Technology, Second edition*, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 528.
- (23) Anonim, 2007, *British Pharmacopoeia, Volume IV*, The Stationary Office on Behalf the Medicine and Healthcare Product regulatory agency, London.
- (24) Rhodes, Christopher., dan Morisseau, Karen., 2007, Tablet Evaluation Using Near-Infrared Spectroscopy, In Swarbick, James., (Ed.), *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, Third Edition*, Vol 1, Informa Healthcare USA, Inc, New York, 3637.
- (25) Fassihi, A.R., and Kanfer, I., 1986, Effect of Compressibility and Powder Flow Properties on Tablet Weight Variation, *Drug Development and Industrial Pharmacy*, Marcel Dekker Inc. : New York.

- (26) Qurensi, Saeed A., 2007, Tablet testing, In Swarbick, James., (Ed.), *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, Third Edition, Vol 1*, Informa Healthcare USA, Inc, New York, 3708-3709.
- (27) Mabry, T. J., dan Thomas M. B., 1970, *The Sistematic Identification of Flavonoids*, Springer-Verlag, New York.



Lampiran 1. Surat keterangan determinasi tanaman belimbing wuluh
(*Averrhoa bilimbi L.*)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JURUSAN FARMASI FMIPA UII
BAGIAN BIOLOGI FARMASI

SURAT KETERANGAN

Nomor:70/UII/Jur Far/det/VIII/2011

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi Farmasi
Jurusan Farmasi FMIPA UII menerangkan bahwa:

Nama : Anggun Laela Tyas Hapsari
NIM : 07613112
Pada tanggal : 11 Agustus 2011

Telah mendeterminasi 1 (satu) species tanaman dengan bimbingan
Dra.Iyok Budiarti, di Laboratorium Biologi Farmasi FMIPA UII.

Tanaman tersebut: *Averrhoa bilimbi*, Linn (belimbing wuluh)

Demikian surat keterangan ini di buat untuk dipergunakan semestinya.

Yogyakarta, 11 Agustus 2011
Bagian Biologi Farmasi
Kepala,



Hady Anshory T.S.Si., Apt.
NIP.056130703

Lampiran 2. Laporan hasil uji KLT



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU

RDP/5.10.01/LPPT
Rev. 1
Halaman 1 dari 1

LAPORAN HASIL UJI
Nomor : 6133/LPPT-UGM/U/II/2012

Laporan hasil pengujian dibuat untuk	:	Bhakti Windraeni, Anggun Laela Tyas Hapsari, Djustian Adinata
Nama	:	
Institusi	:	Fakultas MIPA - Farmasi Universitas Islam Indonesia
Nomor sampel	:	112-01-001-8211
Nama sampel	:	Ekstrak daun belimbing wuluh
Jumlah sampel	:	1
Parameter uji	:	Flavonoid
Metode	:	Thin Layer Chromatography
Tanggal terima sampel	:	7 Februari 2012
Tanggal pengujian	:	13 Februari 2012

HASIL UJI

Parameter uji	Hasil kualitatif
Flavonoid	Positif

Yogyakarta, 15 Februari 2012
Manajer Teknik,

Dr. Abdul Rohman, M.Si., Apt.

Hasil pengujian ini berlaku hanya untuk sampel yang diujikan
Tidak diperkenankan untuk menggandakan sebagian dokumen ini tanpa seijin LPPT-UGM

Sekip Utara, Jl. Kaliurang Km. 4 Yogyakarta 55281 - Telp. (0274) 548348, 546868 - Fax (0274) 548348

Lampiran 3. Data hasil uji waktu alir granul

Replikasi	Formula I	Formula II	Formula III
	T (detik)	T (detik)	T (detik)
1	2,90	2,00	2,15
2	3,00	1,88	2,02
3	4,30	1,97	2,31
X	3,40	1,95	2,16
SD	0,78	0,06	0,15

Keterangan :

Bobot granul : 50 gram

Formula I : konsentrasi pengikat *mucilago amilum* 5%

Formula II : konsentrasi pengikat *mucilago amilum* 7,5%

Formula III : konsentrasi pengikat *mucilago amilum* 10%

T : waktu alir

X : rata-rata kecepatan alir

SD : simpangan deviasi

Lampiran 4. Data hasil uji sudut diam granul

Replikasi	Formula I			Formula II			Formula III		
	h (cm)	r (cm)	α (°)	h (cm)	r (cm)	α (°)	h (cm)	r (cm)	α (°)
1	2,8	5	29,25	2,1	5,38	21,30	2,2	5,25	22,78
2	2	5,38	20,30	2	5,13	21,30	2	5,15	21,30
3	2,5	5,13	26,10	2,1	5,2	21,80	2	5,33	20,81
X	25,22°			21,47°			21,63°		
SD	4,54°			0,29°			1,02°		

Keterangan :

Formula I : konsentrasi pengikat *mucilago amilum* 5%

Formula II : konsentrasi pengikat *mucilago amilum* 7,5%

Formula III : konsentrasi pengikat *mucilago amilum* 10%

h : tinggi gundukan granul

r : jari-jari

α : sudut diam

Lampiran 5. Data hasil uji kadar air granul

Replikasi	Serbuk ekstrak (%)	Formula I (%)	Formula II (%)	Formula III (%)
1	6,20	8,51	9,58	8,73
2	5,56	8,40	8,75	8,70
3	5,78	8,98	9,43	8,76
X	5,85	8,63	9,25	8,73
SD	0,33	0,31	0,44	0,03

Lampiran 6. Data hasil pengetapan

Pengetapan	Formula I (konsentrasi mucilago amilum 5%)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
T ₀	100	100	100
T ₁₀	83	82	82
T ₂₀	82	82	80
T ₃₀	81	80	80
T ₄₀	81	80	80
T ₅₀	80	80	79
T ₆₀	80	79	79
T ₇₀	80	79	79
T ₈₀	80	79	79
Bobot akhir	52,86	52,77	52,82
Tap %	20	21	21
CI %	19,70	20,90	20,90
X	20,67		
SD	0,58		

Pengetapan	Formula II (konsentrasi mucilago amilum 7,5%)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
T ₀	100	100	100
T ₁₀	80	81	82
T ₂₀	79	80	80,5
T ₃₀	78	79	80
T ₄₀	77	78	79
T ₅₀	77	77,5	79
T ₆₀	77	77,5	79
T ₇₀	77	77,5	79
Bobot akhir	53,47	55,35	55,70
Tap %	23	22,5	21
CI %	23,19	22,54	20
X	22,17		
SD	1,04		

Pengetapan	Formula III (konsentrasi mucilago amilum 10%)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
T0	100	100	100
T10	83	83	83
T20	80	81	82
T30	80	81	81
T40	80	80	80
T50	80	79	80
T60	80	79	80
T70	80	79	80
Bobot akhir	54,67	55,58	56,30
Tap %	20	21	20
CI %	19,12	20	20
X	20,33		
SD	0,58		

$$T\% = \frac{V_0 - V_t}{V_0} \times 100\%$$

Keterangan :

- T% = % pengetapan
 V₀ = volume awal sbelum pengetapan
 V_t = volume akhir setelah pengetapan
 X = rata-rata % pengetapan
 SD = simpangan deviasi



Lampiran 7. Data hasil uji keseragaman bobot tablet

Tablet	FORMULA		
	I (mg)	II (mg)	III (mg)
1	646	641	642
2	673	647	659
3	649	656	646
4	645	654	647
5	672	656	654
6	645	643	646
7	646	654	652
8	649	645	649
9	643	652	650
10	650	644	655
11	649	651	649
12	646	660	644
13	645	650	656
14	641	648	641
15	642	655	655
16	647	659	643
17	644	652	643
18	652	654	643
19	650	656	647
20	658	652	650
X	649,6	651,45	648,55
SD	8,71	5,32	5,26
CV (%)	1,34	0,82	0,81

Lampiran 8. Data hasil uji kekerasan tablet

Tablet	Formula I (kg)	Formula II (kg)	Formula III (kg)
1	6,2	5,3	6,4
2	4,9	5,3	5,8
3	4,4	5,2	5,4
4	4,9	5,3	6,0
5	4,9	5,9	5,8
6	5,1	5,5	5,6
7	5,8	5,5	5,4
8	4,6	5,5	5,9
9	5,0	5,7	4,5
10	4,5	6,3	5,5
X	5,03	5,55	5,63
SD	0,57	0,34	0,50

Lampiran 9. Data hasil uji kerapuhan tablet

Replikasi	Formula I			Formula II			Formula III		
	W ₀	W ₁	%k	W ₀	W ₁	%k	W ₀	W ₁	%k
1	12,76	12,71	0,39	12,98	12,94	0,31	12,99	12,96	0,23
2	12,77	12,72	0,47	12,86	12,79	0,54	12,98	12,93	0,39
3	12,82	12,77	0,39	13,16	13,11	0,38	13,02	12,98	0,31
X	0,42			0,41			0,31		
SD	0,05			0,12			0,08		

Lampiran 10. Data hasil uji waktu hancur tablet

Replikasi	Formula I (menit)	Formula II (menit)	Formula III (menit)
1	17,32	20,35	19,26
2	20,53	18,20	22,07
3	17,03	18	21,32
X	18,29	18,85	20,88
SD	1,94	1,30	1,45

Lampiran 11. Data hasil uji keseragaman ukuran tablet

Tablet	Formula I		Formula II		Formula III	
	Ketebalan (mm)	Diameter (mm)	Ketebalan (mm)	Diameter (mm)	Ketebalan (mm)	Diameter (mm)
1	3,85	13,16	4,12	13,13	3,80	13,17
2	3,93	13,06	3,86	13,07	3,85	13,04
3	3,85	13,04	3,82	13,06	3,73	13,07
4	3,85	13,17	3,86	13,05	3,74	13,07
5	3,88	13,05	3,86	13,06	3,84	13,07
6	3,87	13,05	3,88	13,16	3,81	13,05
7	3,87	13,04	3,86	13,22	3,71	13,07
8	3,85	13,05	3,88	13,05	3,80	13,11
9	3,84	13,04	3,83	13,11	3,78	13,09
10	3,81	13,08	3,85	13,07	3,78	13,06
X	3,86	13,07	3,88	13,20	3,78	13,08
SD	0,03	0,05	0,09	0,06	0,05	0,04

Lampiran 12. Hasil Uji Statistik *Oneway-ANOVA* Uji Kekerasan

Oneway

Notes

Output Created	20-Mar-2012 20:02:02		
Comments			
Input	Active Dataset	DataSet0	
	Filter	<none>	
	Weight	<none>	
	Split File	<none>	
	N of Rows in Working Data File	30	
Missing Value Handling	Definition of Missing Cases Used	User-defined missing values are treated as missing.	
	Syntax	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis. ONEWAY ujiKekerasan BY formula /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUKE ALPHA(0.05).	
Resources	Processor Time	00:00:00.141	
	Elapsed Time	00:00:00.078	

Descriptives

ujiKekerasan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	10	5.0300	.56578	.17892	4.6253	5.4347	4.40	6.20
2	10	5.5500	.33747	.10672	5.3086	5.7914	5.20	6.30
3	10	5.6300	.50122	.15850	5.2714	5.9886	4.50	6.40
Total	30	5.4033	.53465	.09761	5.2037	5.6030	4.40	6.40

Test of Homogeneity of Variances

ujiKekerasan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.597	2	27	.558

ANOVA

ujiKekerasan	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.123	2	1.061	4.647	.018
Within Groups	6.167	27	.228		
Total	8.290	29			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

ujiKekerasan

Tukey HSD

(I) formula	(J) formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.52000	.21373	.055	-1.0499	.0099
	3	-.60000*	.21373	.024	-1.1299	-.0701
2	1	.52000	.21373	.055	-.0099	1.0499
	3	-.08000	.21373	.926	-.6099	.4499
3	1	.60000*	.21373	.024	.0701	1.1299
	2	.08000	.21373	.926	-.4499	.6099

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

UjiKekerasan

Tukey HSD

formula	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	10	5.0300	
2	10	5.5500	5.5500
3	10		5.6300
Sig.		.055	.926

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 13. Hasil Uji Statistik *Oneway-ANOVA* Uji Kerapuhan

Oneway

Notes

Output Created	20-Mar-2012 20:10:48
Comments	
Input	DataSet0
Active Dataset	
Filter	<none>
Weight	<none>
Split File	<none>
N of Rows in Working Data File	9
Missing Value Handling	User-defined missing values are treated as missing.
Definition of Missing Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax	ONEWAY ujiKerapuhan BY formula /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC= TUKEY ALPHA(0.05).
Resources	
Processor Time	00:00:00.156
Elapsed Time	00:00:00.093

Descriptives

ujiKerapuhan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	.4167	.04619	.02667	.3019	.5314	.39	.47
2	3	.4100	.11790	.06807	.1171	.7029	.31	.54
3	3	.3100	.08000	.04619	.1113	.5087	.23	.39
Total	9	.3789	.09103	.03034	.3089	.4489	.23	.54

Test of Homogeneity of Variances

ujiKerapuhan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.211	2	6	.362

ANOVA

ujiKerapuhan	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.021	2	.011	1.432	.310
Within Groups	.045	6	.007		
Total	.066	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

ujiKerapuhan

Tukey HSD

(I) formula	(J) formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.00667	.07061	.995	-.2100	.2233
	3	.10667	.07061	.351	-.1100	.3233
2	1	-.00667	.07061	.995	-.2233	.2100
	3	.10000	.07061	.391	-.1166	.3166
3	1	-.10667	.07061	.351	-.3233	.1100
	2	-.10000	.07061	.391	-.3166	.1166

Homogeneous Subsets

ujiKerapuhan

Tukey HSD

formula	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3	3	.3100
2	3	.4100
1	3	.4167
Sig.		.351

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 14. Hasil Uji Statistik *Oneway-ANOVA* Uji Waktu Hancur

Oneway

Notes

Output Created	20-Mar-2012 20:15:57
Comments	
Input	Active Dataset DataSet0
	Filter <none>
	Weight <none>
	Split File <none>
N of Rows in Working Data File	9
Missing Value Handling	Definition of Missing User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax	ONEWAY ujiWaktuHancur BY formula /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUKE ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time 00:00:00.125
	Elapsed Time 00:00:00.062

Descriptives

WaktuHancur

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	18.2933	1.94243	1.12146	13.4681	23.1186	17.03	20.53
2	3	18.8500	1.30288	.75222	15.6135	22.0865	18.00	20.35
3	3	20.8833	1.45500	.84005	17.2689	24.4978	19.26	22.07
Total	9	19.3422	1.81410	.60470	17.9478	20.7367	17.03	22.07

Test of Homogeneity of Variances

ujiWaktuHancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.625	2	6	.567

ANOVA

Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2	5.576	2.205	.191
Within Groups	6	2.529		
Total	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

 ujiWaktuHancur
 Tukey HSD

(I) formula	(J) formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.55667	1.29851	.905	-4.5408	3.4275
	3	-2.59000	1.29851	.194	-6.5742	1.3942
2	1	.55667	1.29851	.905	-3.4275	4.5408
	3	-2.03333	1.29851	.329	-6.0175	1.9508
3	1	2.59000	1.29851	.194	-1.3942	6.5742
	2	2.03333	1.29851	.329	-1.9508	6.0175

Homogeneous Subsets

WaktuHancur

Tukey HSD

formula	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1	3	18.2933
2	3	18.8500
3	3	20.8833
Sig.		.194

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 15. Alat Uji Kadar Air



Lampiran 16. Alat Uji Sifat Alir



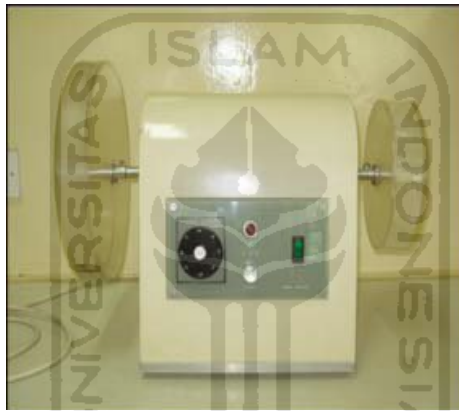
Lampiran 17. Alat Uji Pengetapan



Lampiran 18. Alat Uji Keseragaman Bobot



Lampiran 19. Alat Uji Kerapuhan



Lampiran 20. Mesin Cetak Tablet



Lampiran 21. Alat Uji Keseragaman Ukuran**Lampiran 22. Alat Uji Spray Dryer**