

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENGERINGAN PADA
FORMULASI TABLET EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)
DENGAN METODE GRANULASI BASAH MENGGUNAKAN *FLUID*
*BED DRYER***

SKRIPSI



**Oleh :
Dian Zulfatul Maskuriah
NIM. 17040010**

**PROGRAM STUDI S1 FARMASI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS dr. SOEBANDI 2021**

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENGERINGAN PADA
FORMULASI TABLET EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)
DENGAN METODE GRANULASI BASAH MENGGUNAKAN *FLUID BED
DRYER***

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)



Oleh:
Dian Zulfatul Maskuriah
NIM. 17040010

**PROGRAM STUDI S1 FARMASI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS dr. SOEBANDI JEMBER 2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

Penelitian ini telah diperiksa oleh pembimbing dan disetujui untuk mengikuti
seminar hasil pada Program Studi Sarjana Farmasi
Universitas dr. Soebandi Jember

Jember, 1 Juli 2021

Pembimbing



Dr. apt. Yudi Wicaksono, M.Si.
NIDN. 0024077603

Pembimbing II



apt. Nafisah Isnawati, M.Si.
NIDN. 0724128002

SKRIPSI

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENGERINGAN PADA
FORMULASI TABLET EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)
DENGAN METODE GRANULASI BASAH MENGGUNAKAN *FLUID BED
DRYER***

**Oleh :
Dian Zulfatul Maskuriah
NIM. 17040010**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. apt. Yudi Wicaksono, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : apt. Nafisah Isnawati, M.Si.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi penelitian yang berjudul "*Pengaruh Suhu Dan Waktu Pengeringan Pada Formulasi Tablet Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera) Dengan Metode Granulasi Basah Menggunakan Fluid Bed Dryer*" telah diuji dan disahkan oleh Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 6 Juli 2021

Tempat : Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas dr. Soebandi Jember

Tim Penguji
Ketua,



I Gusti Ayu Karnasih, M.Kep., Sp.Mat
NIDN. 4005116802

Penguji II



Dr.apt. Yudi Wicaksono, M.Si
NIDN.0024077603

Penguji III



apt. Nafisah Isnawati, M.Si
NIDN. 0724128002



Mengesahkan,
Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas dr. Soebandi Jember,

Hella Melita Turaha, S.Kep., Ns., M.Kep
NIDN. 0706109104

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dian Zulfatul Maskuriah

NIM : 17040010

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul Pengaruh Suhu Dan Waktu Pengeringan Pada Formulasi Tablet Ekstrak Daun Kelor Dengan Metode Granulasi Basah Menggunakan Fluid Bed Dryer adalah benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari ini tidak benar.

Jember, 25 Mei 2021



Dian Zulfatul Maskuriah
NIM. 17040010

HALAMAN PERSEMBAHAN

1. Bapak Dr. apt. Yudi Wicaksono, M.Si. selaku pembimbing I dan Ibu apt. Nafisah Isnawati, M.Si. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian serta kesabaran dalam memberikan bimbingan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik;
2. I Gusti Ayu Karnasih, M.Kep., Sp.Mat sebagai penguji yang telah banyak memberikan bantuan, saran, waktu dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
5. Seluruh dosen Prodi Farmasi Universitas dr. Soebandi atas segala ilmu dan pengalaman yang telah diberikan serta Pak Edi selaku teknisi Lab. Teknologi Universitas dr. Soebandi dan Bu Itus selaku teknisi Lab. Farmaset Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dan kerja samanya;
6. Ayahanda Muhammad Afandi dan Ibunda Nurul Arofah, terimakasih telah memberikan kasih sayang, perhatian, dukungan, motivasi serta selama ini, karena kalian berdua selalu memberi kebahagiaan. Terimakasih selalu menjaga saya dalam doa-doa kalian, semoga adek bisa membahagiakan kalian berdua dengan usaha adek sendiri ya;
7. Kakakku Dewi dan seluruh keluarga besar terimakasih atas dukungan, doa, serta nasihat-nasihatnya, kakak yang selalu ada untuk adek yang selalu memberi motivasi dan selalu mengingatkan adek untuk menjadi pribadi yang bersyukur tanpa membeda-bedakan;

8. An Yayang Sargatama terimakasih sudah selalu ada meluangkan waktu mendengar keluh kesahku, menenangkan semoga kita sahabat until jannah ya;
9. "Gayung Crew", Ananda, Diana, Fika, Firda," terimakasih sudah mendengarkan keluh kesahku dan banyak hal yang telah kita lalui bersama, berkat kalian aku tidak pernah merasa sendirian. Saya bahkan tidak dapat mendeskripsikan bahwa betapa bersyukurya saya memiliki kalian;
10. "Bintang Limo", Farah, Irma, Layin, Lailatus," terimakasih selalu *supportive*, dan selalu kuy gas kalau diajak main;
11. Teman teman farmasi angkatan 2017, semoga tetap terjalin silaturahmi dengan baik; Semua pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu;
12. *Last but not least, I wanna thank me for believing me, I wanna thankme for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, for just being me at all this times.*

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(Q.S Al-Insyirah : 6-7)

“Doamu pasti selalu terjawab, walau terkadang tidak sesuai dengan permintaan, tetapi selalu yang terbaik”

(Alfialghazhi)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah 286)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan proposal skripsi ini dapat terselesaikan. Proposal skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan pendidikan Program Studi Farmasi Universitas dr. Soebandi dengan judul **“Pengaruh Suhu Dan Waktu Pengeringan Pada Formulasi Tablet Ekstrak Daun Kelor Dengan Metode Granulasi Basah Menggunakan *Fluid Bed Dryer*”**. Selama proses penyusunan proposal ini penulis dibimbing dan dibantu oleh berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Hella Meldy Tursina, S.Kep.,Ns.,M.Kep selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas dr. Soebandi
2. apt. Dhina Ayu Susanti, S.Farm., M.Kes selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi Universitas dr. Soebandi
3. Dr. apt. Yudi Wicaksono, M.Si. selaku pembimbing I.
4. apt. Nafisah Isnawati, M.Si. selaku pembimbing II.
5. I Gusti Ayu Karnasih, M.Kep., Sp.Mat sebagai penguji

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan di masa mendatang.

Jember, 9 Juni 2021

Dian Zulfatul Maskuriah

ABSTRAK

Maskuriah, Dian Zulfatul *, Wicaksono, Yudi **, Isnawati, Nafisah ***

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENGERINGAN PADA FORMULASI
TABLET EKSTRAK DAUN KELOR DENGAN METODE GRANULASI
BASAH MENGGUNAKAN *FLUID BED DRYER***, Skripsi, Program Studi S1
Farmasi Universitas dr. Soebandi Jember

Daun kelor merupakan jenis tanaman obat yang banyak digunakan oleh masyarakat. Flavonoid dan saponin merupakan kandungan dari daun kelor yang memiliki manfaat sebagai immunomodulator. Penggunaan daun kelor dapat lebih praktis dan mudah digunakan dengan dibuat sediaan farmasi. Suhu dan waktu pengeringan sangat berpengaruh terhadap sifat fisik pembuatan granul dan tablet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pengeringan pada sifat fisik granul dan sifat fisik-disintegran tablet ekstrak daun kelor dengan metode granulasi basah. Cara pembuatan tablet ekstrak daun kelor yang digunakan adalah metode granulasi basah. Setelah itu diayak menggunakan ayakan mesh 12, kemudian di keringkan dengan suhu dan waktu yang berbeda. Tablet ekstrak daun kelor dibuat dengan 6 formula dengan variasi suhu dan waktu pengeringan. Suhu dan waktu pengeringan yang digunakan yaitu FI 40°35', FII 50°35', FIII 60°35', FIV 40°45', FV 50°45', FVI 60°45'. Setiap formula dilakukan uji sifat fisik granul dan tablet. Data yang diperoleh dibandingkan dalam Farmakope dan pustaka lainnya serta dilakukan uji statistik. Untuk mengetahui pengaruh suhu menggunakan uji Shapiro-Wilk kemudian dilanjut uji ANOVA dan untuk pengaruh waktu menggunakan uji *Independent sample T-test* dengan taraf kepercayaan 95% dan dilanjut uji Tukey-HSD. Dari hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa perbedaan suhu dan waktu pengeringan berpengaruh terhadap sifat fisik tablet yaitu kekerasan, kerapuhan, dan waktu hancur. Peningkatan suhu dan waktu pengeringan mengurangi kerapuhan, meningkatkan kekerasan dan memperlama waktu hancur tablet.

Kata kunci : tablet, daun kelor, granulasi basah, suhu dan waktu pengeringan.

*peneliti

**pembimbing 1

***pembimbing 2

ABSTRACT

Maskuriah, Dian Zulfatul *, Wicaksono, Yudi **, Isnawati, Nafisah ***

THE EFFECT OF DRYING TEMPERATURE AND TIME ON FORMULATION OF MORINGA LEAVE EXTRACT TABLET BY WET GRANULATION METHOD USING FLUID BED DRYER, Skripsi, S1

Pharmacy Study Program Universitas dr. Soebandi Jember

Moringa leave is medicinal plant type that often used by society. Flavonoid and saponin are the content of moringa leave which have benefit as immunomodulator. Moringa leave using can be more practical and easy to used by making as pharmaceutical preparation. Drying temperature and time have a great effect on the physical properties of granule and tablet manufacturing. The objective of this research is to find out the effect of drying temperature and time on the physical-mechanical properties of granule and physical-disintegrant properties of moringa leave extract tablet by wet granulation method. The method of moringa leaf extract tablet manufacturing which used is the wet granulation method. After that, it was sieved by use 12 mesh sieved, then dried by different temperature and time. Moringa leave extract tablet was made with 6 formulations by various drying temperature and time. Drying temperature and time which used are FI 40°35', FII 50°35', FIII 60°35', FIV 40°45', FV 50°45', FVI 60°45'. Each formulation was carried out physical properties test of granule and tablet. The data obtained were compared to the pharmacopoeai and other literature and carried out statistical test. In order to know the effect of temperature using Shapiro-Wilk test, then continued ANOVA test, while for the effect of time using independent sample T-test with 95% confidence level, then continued Turkey-HSD test. The result of the test showed that the differences of drying temperature and time have effect on the physical properties of tablet, namely, hardness, brittleness, and disintegration time. The increasing of drying temperature and time are able to reduce the brittleness, increase the hardness, and prolong disintegration time of tablet.

Keyword : tablet, moringa leave, wet granulation, drying temperature and time.

*researcher

**advisor 1

***advisor 2

DAFTAR ISI

Halaman Sampul Depan	
Halaman Sampul Dalam.....	
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pembimbing	iv
Halaman Pengesahan.....	v
Lembar Pernyataan Keaslian.....	vi
Persembahan	vii
Motto	x
Kata Pengantar	xi
Abstrak.....	xii
Abstract.....	xiii
Halaman Daftar Isi	xvi
Halaman Daftar Tabel	xvii
Halaman Daftar Gambar	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Tanaman Kelor	5
2.1.1 Klasifikasi Tanaman.....	5
2.1.2 Monografi Tanaman	5
2.1.3 Kandungan Kimia.....	7
2.1.4 Khasiat	8
2.2 Ekstrak	9
2.2.1 Metode Ekstraksi	10
2.3 Granul.....	12

2.3.1 Metode Granulasi Basah	13
2.3.2 Metode Granulasi Kering	14
2.3.3 Evaluasi Granul	15
2.4 Tablet	17
2.4.1 Bahan Tambahan Tablet	19
2.4.2 Evaluasi Tablet	24
2.5 Bahan penelitian.....	25
2.5.1 Laktosa	26
2.5.2 PVP.....	27
2.5.3 Talcum.....	28
2.5.4 Magnesium Stearat	29
2.5.5 Pati Jagung.....	30
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL	31
3.1 Kerangka Konsep.....	31
3.2 Hipotesis	31
BAB 4 METODE PENELITIAN	32
4.1 Desain Penelitian	32
4.2 Tempat Penelitian	33
4.3 Waktu Penelitian	33
4.4 Variabel dan Definisi Operasional.....	34
4.6 Alat dan Bahan	38
4.6.1 Alat.....	38
4.6.2 Bahan	38
4.7 Metode Pengumpulan Data.....	38
4.7.1 Susunan Formula	38
4.7.2 Pembuatan Granul.....	39
4.7.3 Evaluasi Granul.....	39
4.7.4 Pencetakan Tablet	41
4.7.5 Evaluasi Tablet.....	41
4.8 Pengumpulan dan Analisa Data.....	42
4.8.1 Pengumpulan Data	42

4.8.2 Analisa Data.....	42
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	45
BAB 6 KESIMPULAN	58
DAFTAR PUSTAKA	60
Lampiran.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Variabel dan Definisi Operasional	32
Tabel 4.2 Susunan Formula.....	34
Tabel 4.3 Rancangan Suhu Dan Waktu Pengeringan Dengan FBD.	35
Tabel 5.1 Hasil Uji Kadar Lembab Granul	44
Tabel 5.2 Hasil Uji Waktu Alir Granul.....	47
Tabel 5.3 Hasil Uji Kekerasan Tablet.....	51
Tabel 5.4 Hasil Uji Kerapuhan Tablet	54
Tabel 5.5 Hasil Uji Waktu Hancur.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun Kelor	5
Gambar 2.2 Struktur Kimia Saponin dan Flavonoid.....	8
Gambar 2.3 Struktur Kimia Laktosa	27
Gambar 2.4 Struktur Kimia Magnesium Stearat.....	29
Gambar 5.1 Granul Ekstrak Daun Kelor	43
Gambar 5.2 Pengaruh Suhu Pengeringan Kadar Lembab Granul.....	45
Gambar 5.3 Pengaruh Waktu Pengeringan Kadar Lembab Granul.....	45
Gambar 5.4 Pengaruh Suhu Pengeringan Waktu Alir Granul.....	47
Gambar 5.5 Pengaruh Waktu Pengeringan Waktu Alir Granul.....	47
Gambar 5.6 Tablet Ekstrak Daun Kelor.....	48
Gambar 5.7 Pengaruh Suhu Pengeringan Kekerasan Tablet.....	52
Gambar 5.8 Pengaruh Waktu Pengeringan Kekerasan Tablet.....	52
Gambar 5.9 Pengaruh Suhu Pengeringan Kerapuhan Tablet.....	54
Gambar 5.10 Pengaruh Waktu Kerapuhan Tablet.....	55
Gambar 5.11 Pengaruh Suhu Pengeringan Waktu Hancur Tablet.....	57
Gambar 5.12 Pengaruh Waktu Pengeringan Waktu Hancur Tablet.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Pemanfaatan tanaman obat merupakan salah satu solusi kesehatan yang ada di masyarakat baik untuk pencegahan maupun untuk pengobatan. Salah satu tanaman obat yang telah digunakan untuk pencegahan maupun pengobatan adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) (Nfambi *et al.*, 2015). Daun kelor banyak dikonsumsi bukan hanya karena nilai gizinya tetapi juga manfaatnya. Salah satu manfaat dari daun kelor yang telah diketahui adalah sebagai immunomodulator (Berawi *et al.*, 2019).

Immunomodulator merupakan zat yang dapat mengembalikan ketidakseimbangan sistem kekebalan yang terganggu dengan cara merangsang atau memperbaiki fungsi sistem kekebalan tubuh. Ekstrak daun kelor terbukti memiliki aktivitas sebagai immunomodulator karena memiliki kandungan flavonoid dan saponin (Sari *et al.*, 2015; Subryana *et al.*, 2020). Flavonoid merupakan senyawa yang bertindak sebagai sistem pertahanan dalam tanaman dari berbagai ancaman mikroorganisme, dan dapat mengaktivasi respon imun (Nitbani *et al.*, 2019). Sedangkan senyawa saponin dapat meningkatkan sistem imun dengan meningkatnya fagosit makrofag, sekresi antibodi, dan produksi limfosit T sitotoksik terhadap antigen eksogen (Wang *et al.*, 2016).

Pemanfaatan daun kelor untuk pengobatan dan immunomodulator yang banyak dilakukan adalah dalam bentuk seduhan. Namun, cara tersebut masih kurang optimal untuk khasiatnya karena belum memperhatikan dosis. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan sediaan farmasi dengan tujuan untuk mendapatkan khasiat daun kelor yang lebih optimal dan lebih mudah dalam penggunaannya.

Tablet merupakan sediaan padat yang mengandung bahan aktif dan bahan tambahan. Bahan tambahan tablet terdiri dari bahan pengisi, pengikat, penghancur, pelicin dan antilekat. (Lloyd V. Allen, Jr & Howard C. Ansel, 2017). Ekstrak daun kelor bersifat larut dalam air dan tahan terhadap panas, namun mudah lengket dan kental (Kiswandono, 2017). Oleh karena itu, pada formulasi ekstrak daun kelor menjadi sediaan tablet harus dilakukan pemilihan metode yang sesuai.

Metode granulasi basah merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam memproduksi tablet kompresi. Metode granulasi basah adalah proses dimana cairan ditambahkan ke dalam serbuk yang akan menghasilkan aglomerasi atau granul. Tujuan pembentukan granul pada metode granulasi basah yaitu meningkatkan kompresibilitas, memperoleh sifat alir yang baik, mencegah pemisahan komponen campuran selama proses dan memperbaiki distribusi ukuran partikel (Hidayah, 2016).

Dalam proses granulasi basah terdapat beberapa tahap salah satunya yaitu pengeringan (Lloyd V. Allen, Jr & Howard C. Ansel, 2017). Pengeringan granul dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode *tray* dan metode *Fluid Bed*

Dryer (FBD). FBD merupakan pengeringan dengan padat-gas, wadah pengering diisi granul basah dan aliran udara panas sebagai media pengeringan yang dapat menguapkan kadar air dalam granul (Lauri *et al.*, 2017). Pengeringan dengan metode FBD dapat meningkatkan kualitas tablet, mempengaruhi aliran granul, dan hasil granul lebih seragam. Metode FBD sering digunakan karena prosesnya relatif cepat sehingga granul yang dihasilkan lebih seragam. Selain itu proses pengeringannya dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah sehingga sangat cocok untuk granulasi bahan ekstrak karena dapat mencegah degradasi kandungan dalam ekstrak (Raihan & Prasetyani, 2016). Namun demikian, pengeringan dengan metode FBD dipengaruhi oleh suhu dan waktu pengeringan. Suhu dan waktu pengeringan dapat mempengaruhi kelembapan, sifat alir dari granul dan dapat mempengaruhi kekerasan, kerapuhan dari tablet (Hadi *et al.*, 2014). Berdasarkan uraian diatas akan dilakukan penelitian tentang pengaruh suhu dan waktu pengeringan pada formulasi ekstrak daun kelor menjadi sediaan tablet dengan metode granulasi basah menggunakan FBD.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh suhu dan waktu pengeringan dengan *Fluid Bed Dryer* (FBD) terhadap sifat fisik granul daun kelor (*Moringa oleifera*)?.
2. Bagaimana pengaruh suhu dan waktu pengeringan menggunakan *Fluid Bed Dryer* (FBD) terhadap sifat fisik dan disintegrasi pada tablet ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*)?.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui pengaruh suhu dan waktu pengeringan pada granul dan tablet ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*).

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui sifat fisik granul ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) hasil pengeringan FBD yang dipengaruhi oleh suhu dan waktu dengan metode granulasi basah.
2. Mengetahui sifat fisik dan disitegran tablet yang dipengaruhi suhu dan waktu melalui pengeringan menggunakan FBD pada tablet ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan metode granulasi basah.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang formulasi tablet dari ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*), serta memberikan informasi tentang manfaat ekstrak daun kelor yang dikonsumsi dalam bentuk sediaan tablet dapat digunakan sebagai *immunomodulator*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tanaman Kelor

2.1.1 Klasifikasi tanaman

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub-kingdom	: <i>Angiospermae</i>
Class	: <i>Equisetopsida</i>
Subclass	: <i>Magnoliidae</i>
Order	: <i>Brassicales</i>
Family	: <i>Moringaceae</i>
Species	: <i>Moringa oleifera</i>



Gambar 2.1 Daun Kelor

2.1.2 Morfologi tanaman

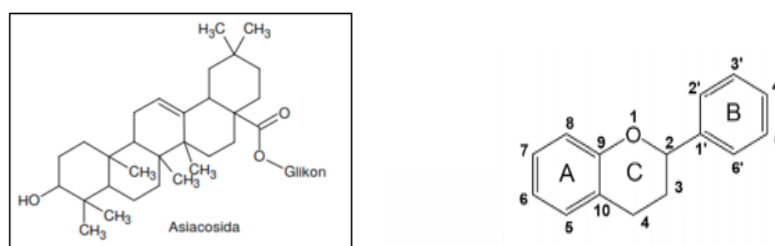
Daun kelor merupakan famili *moringaceae* yang paling banyak digunakan di kalangan masyarakat, tinggi pohonnya diantara 5 m hingga 12 m. Tanaman ini merupakan tanaman yang tumbuh baik di daerah tropis atau tanah berpasir kering dengan kisaran pH 5 sampai 9. Batang tanaman kelor lurus dan memiliki

ketebalan 10-30 cm, bentuk permukaan batang bergaris dan memiliki warna hijau keabu-abuan. Daun kelor memiliki bentuk bulat telur dengan tepi daun rata, ukuran daunnya kecil-kecil, merupakan daun majemuk dan tersusun selang-seling dalam satu tangkai, daun gasal, helai daun berwarna hijau muda. Sifat daun kelor umumnya tipis dan lunak, pada daun muda memiliki tekstur lembut dan lemas, sedangkan pada daun yang sudah tua teksturnya berubah menjadi lebih keras dan agak kaku. Bentuk ujung daun terdapat 3 keragaman yaitu, tumpul, membulat, dan runcing. Tanaman kelor terdapat bunga yang berwarna putih kekuning-kuningan dan memiliki pelepah berwarna hijau. Bunga kelor terdapat di ketiak daun atau biasa disebut *axillaris*. Kulit tanaman kelor memiliki getah yang berwarna didominasi oleh warna merah dan coklat kehitaman. Dalam kulit tanaman kelor memiliki penampakan fisik yang kuat dan keras, retak-retak dan licin (Azad *et al.*, 2015; (Risna Rianto *et al.*, 2020).

Tanaman kelor merupakan tanaman berkelamin biseksual, yaitu bunganya memiliki putik dan benang sari atau biasa disebut dengan bunga sempurna (*hermaphrodit*). Bunga kelor memiliki 5 kelopak yang mengelilingi 5 benang sari yang berwarna kuning kecoklatan dan 5 *staminodia* serta 1 buah putik. Dengan sifat bunga kelor yang biseksual maka memungkinkan untuk melakukan penyerbukan silang. Buah kelor memiliki bentuk segitiga memanjang hampir berbentuk lonjong, ujung buah tanaman kelor berbentuk meruncing dan memiliki garis-garis pada buah. Tanaman kelor juga memiliki biji yang berbentuk bulat dan terdapat sayap yang berwarna putih diketiga sisinya yang menjalar dari atas ke bawah (Sandi *et al.*, 2019).

2.1.3 Kandungan Kimia

Daun kelor memiliki kandungan senyawa asam amino arginin, vitamin A, Fvitamin E, vitamin B, vitamin C, dan memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder flavonoid yang juga dapat digunakan sebagai aktivitas immunomodulator (Banji *et al.*, 2012). Dalam penelitian Sari *et al.*, 2015 ekstrak daun kelor dapat meningkatkan sistem imun karena terdapat kandungan senyawa flavonoid dan saponin. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Subryana pada tahun 2020 daun kelor memiliki kandungan senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid dan saponin sebagai agen *immunomodulator*.



Gambar 2.2 Struktur kimia (a) saponin (b) flavonoid

Mekanisme kerja flavonoid sebagai imunomodulator yaitu dengan meningkatkan proliferasi limfosit dan meningkatkan aktivitas IL-2 (Interleukin 2), kemudian sel Th-1 (sel T helper 1) teraktivasi disebabkan oleh sel $CD4^{+}$ yang mempengaruhi proliferasi limfosit. Sel T helper 1 yang telah teraktivasi akan mempengaruhi IFN- γ (*Interferon gamma*) yang dapat mengaktifkan makrofag ditandai dengan meningkatnya aktivitas fagositosis dengan lebih cepat dan efisien dalam membunuh antigen (Putra *et.al.*, 2020). Saponin memiliki aktivitas sebagai bahan yang dapat meningkatkan respon imun terhadap antigen atau biasa diproduksi respon antibodi IgG2a dan IgG2b yang telah menginduksi respon

antibodi terhadap antigen melalui stimulasi *cytotoxic T lymphocyte* atau biasa disebut dengan CTL (Puspitaningrum *et al.*, 2018).

2.1.4 Khasiat

Daun kelor memiliki sebagai tanaman obat memiliki khasiat sebagai immuomodulator dibuktikan pada penelitian Indah *et al* pada tahun 2015 bahwa ekstrak daun kelor dapat meningkatkan jumlah CD4⁺ dan CD8⁺ limfosit karena terdapat kandungan senyawa saponin dan flavonoid yang dapat meningkatkan IL-2 (interleukin 2) pada sel T CD4⁺. Peningkatan jumlah sel T CD4⁺ disebabkan oleh adanya zat aktif di dalam ekstrak daun kelor yang diduga mampu menginduksi peningkatan sekresi sitokin yang merupakan substansi yang dapat memicu regulasi sel T helper dengan cara meningkatkan produksi sitokin interleukin 2 (IL-2). Sitokin IL-2 diperlukan oleh sel T CD4⁺ untuk berdiferensiasi pada subsel T helper 2 (Th2) dan Th1. Sel Th1 memproduksi interferon gamma (IFN- γ), Senyawa IFN- γ merupakan senyawa yang berperan dalam aktivasi makrofag, meningkatkan kemampuan untuk proses fagositosis. senyawa IFN- γ merangsang produksi antibodi, misalnya imunoglobulin-G2 (IgG2), yang dapat meningkatkan fungsi makrofag. Makrofag memiliki peran untuk pertahanan imunitas yang tidak spesifik dengan cara memfagositosis seluler dan menstimulasi sel imun lainnya untuk merespon patogen. Daun kelor yang memiliki aktivitas sebagai immuomodulator dengan dosis 500mg/kgBB. (Fathiret *al.*, 2014; Indah Sari *et al.*, 2015).

Daun kelor sebagai anti-inflamasi karena kandungan senyawa flavonoid yang tinggi, salah satu kandungan flavonoid yang paling menonjol ialah kuersetin sehingga digunakan sebagai anti-inflamasi. Kuersetin berfungsi sebagai anti-inflamasi karena mampu menghambat NfκB (Nuclear Factor Kappa B) yang merupakan suatu penanda adanya reaksi inflamasi pada endometriosis sehingga dapat menurunkan kadar TNF-α. Kuersetin menghambat enzim siklooksigenase dengan menghambat COX-2 dimana COX-2 merupakan mediator inflamasi. Ekstrak daun kelor dapat digunakan sebagai anti-inflamasi dengan dosis 250mg/kgBB.(Sulistyawati dan Pratiwi, 2016; Lestari, 2018).

Daun kelor sebagai aktivitas anti-hiperglikemik dengan menghambat enzim *α-glucosidase* yang terdapat pada brush border di usus halus, bioflavonoid yang terkandung dalam *Moringa oleifera* berperan sebagai stimulasi glukosa di jaringan perifer sehingga daun kelor mampu menurunkan glukosa dalam darah. Daun kelor merupakan anti-diabetik dan anti-hiperglikemik yang dibuktikan dapat menurunkan kadar gula darah dan menurunkan kadar HbA1C (Alethea & Ramadhian, 2015). Khan *et al.*, pada tahun 2017 menyebutkan bahwa ekstrak daun kelor dapat digunakan sebagai anti-diabet oral dalam dosis 100mg/kgBB.

2.2 Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan yang diperoleh dari simplisia nabati atau simplisia hewani yang telah melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut yang sesuai. Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu zat dengan cara menarik suatu zat terlarut dari larutannya di dalam air oleh suatu pelarut lain yang tidak tercampur dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Berdasarkan sifatnya ekstrak dibagi

menjadi ekstrak encer, ekstrak kental, ekstrak kering dan ekstrak cair. Ekstrak encer merupakan sediaan yang memiliki konsistensi seperti madu dan dapat dituang. Ekstrak kental merupakan sediaan kental dalam keadaan dingin dan tidak dapat dituang, kandungan air dari ekstrak kental berjumlah sampai dengan 30%. Ekstrak kering merupakan sediaan yang memiliki konsistensi kering dibuat melalui penguapan dan memiliki kandungan lembab tidak lebih dari 5%. Pemilihan metode ekstraksi juga bergantung pada sifat senyawa atau bahan yang akan diinginkan, sebelum melakukan ekstraksi perlu ditentukan target yang akan dicari terlebih dahulu. Faktor utama untuk pertimbangan pada pemilihan cairan penyari adalah selektivitas, kemudahan bekerja dan proses dengan cairan tersebut, ekonomis, ramah lingkungan.

2.2.1 Metode Ekstraksi

Metode ekstraksi yang paling umum digunakan ialah metode maserasi dan perkolasi. Ekstraksi adalah proses penarikan atau pemisahan kandungan kimia dalam tanaman yang dapat larut dan terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan menggunakan pelarut cair. Metode ekstraksi dipilih sesuai dengan sifat dari bahan mentah obat. Penyarian dengan campuran etanol dan air dilakukan dengan metode maserasi atau perkolasi, penyarian dengan eter dilakukan dengan menggunakan cara perkolasi.

a. Maserasi

Metode maserasi merupakan metode yang paling banyak digunakan dan sederhana penggunaannya. Metode ini dilakukan dengan cara memasukkan simplisia yang sudah dihaluskan dalam bentuk serbuk kedalam wadah yang

bermulut lebar kemudian ditambahkan pelarut yang sesuai sampai simplisia terendam pelarut, setelah simplisia terendam oleh pelarut wadah tersebut ditutup rapat pada suhu kamar, dan sesekali di aduk. Setelah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi simplisia proses ekstraksi dapat dihentikan. Keuntungan dalam penggunaan metode maserasi adalah proses dalam pembuatannya yang sangat sederhana dan mudah dilakukan dengan alat yang sederhana dan dapat menghindari rusaknya senyawa yang bersifat termolabil. Penggunaan metode maserasi memiliki kekurangan yaitu terlalu memakan banyak waktu, kemungkinan ada senyawa yang hilang dan membutuhkan cukup banyak cairan penyari. Cairan penyari terdapat beberapa syarat yang perlu diperhatikan yaitu jenis senyawa atau zat aktif yang akan dicari, cairan penyari yang digunakan sesuai dengan tingkat kepolarannya, tidak toksik, murah, mudah terbakar, ramah lingkungan dan mudah didapatkan. Cairan penyari yang dimasukkan ke dalam simplisia atau zat aktif yang terdapat dalam wadah diberikan tekanan pengadukan, maka cairan penyari berosmosis masuk ke dalam sel pada zat aktif sehingga konsentrasi didalam sel dan diluar sel berbeda. Konsentrasi didalam sel lebih tinggi mengakibatkan terdesaknya komponen kimia untuk keluar dan cairan penyari bersatu dengan zat aktif sehingga terjadilah proses difusi. Jenis penyari yang dapat digunakn ialah air, etanol dan metanol. Akan tetapi metanol bersifat toksik sehingga penggunaannya dihindari.

Etanol disebut juga etil alkohol, etanol 95 % dalam sediaan memiliki arti kandungan 95% etil alkohol dan 5% air. Etanol merupakan cairan jernih, mudah menguap, rasanya sedikit panas, memiliki bau yang khas. Etanol

dipertimbangkan dalam pemilihan pelarut karena lebih selektif, tidak toksik, netral dan absorpsinya baik. Etanol juga dapat menghambat pertumbuhan kuman ataupun kapang dengan konsentrasi 20% keatas, dapat bercampur dengan air dalam segala perbandingan, memerlukan panas yang sedikit untuk proses pemekatan, dan sedikit zat pengganggu.

a. Perkolasi

Perkolasi merupakan proses ekstraksi dari konstituen larutnya dengan pelarut. Perkolasi adalah metode ekstraksi dengan pelarut baru sampai diperoleh ekstrak yang sempurna, umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Kekurangan dari metode perkolasi ialah tidak boleh digunakan pada ekstrak yang mengandung bahan yang dapat mengembang seperti pati atau amilum karena jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode perkolasi juga memakan banyak waktu dan banyak pelarut. Kelebihan dari metode perkolasi yaitu sampel selalu dialiri oleh pelarut baru. Proses dari metode perkolasi, serbuk dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator, pelarutnya ditambahkan di atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes pada bagian bawah (Mukhrani, 2014).

2.3 Granul

Granul adalah sediaan yang tersusun dari agregat kering yang tersusun dari satu atau lebih partikel serbuk berbentuk tidak merata dan seperti partikel tunggal yang lebih besar. Granulasi merupakan proses pembesaran ukuran partikel individual atau campuran serbuk untuk menghasilkan bahan aktif dan eksipien dalam bentuk granul yang lebih besar dan lebih kuat dari ukuran awal.

Granul sering dibuat dalam bentuk tablet atau kapsul, dengan atau tanpa bahan tambahan. Umumnya granul berbentuk tidak beraturan dan dapat membentuk partikel tetapi dapat membentuk partikel tunggal menjadi lebih besar. Ukuran granul diantara ayakan 4 sampai 12 mesh. Ukuran lubang ayakan granul dibuat berdasarkan tujuan dari penggunaannya (Lloyd V. Allen, Jr & Howard C. Ansel, 2017).

2.3.1 Metode Granulasi Basah

Granulasi basah merupakan metode yang sering digunakan pada formulasi tablet, metode ini digunakan apabila zat aktif yang digunakan bersifat tahan terhadap panas dan lembab serta memiliki kompresibilitas yang relatif buruk. Tujuan dari granulasi basah untuk menghasilkan granul yang terikat oleh semua bahan tambahan agar tercampur rata. Salah satu metode dasar granulasi basah adalah dengan membasahi serbuk bahan aktif atau zat tambahan dan kemudian menjadi granul dan di ukur sesuai dengan ukuran dari hasil granul dengan menggunakan ayakan mesh. Pengeringan granul dibagi menjadi dua metode yaitu dengan metode *tray* dan metode *fluidized bed dryer* (FBD) atau biasa disebut dengan pengeringan dengan menggunakan udara panas. FBD merupakan alat yang digunakan sebagai pengeringan setelah granulasi untuk mendapatkan kelembapan granul sesuai dengan yang diinginkan. Prinsip dari FBD adalah dengan menghembuskan udara panas dari bawah menembus granul yang dikeringkan, setelah itu serbuk menjadi tersuspensi dalam gelombang udara sehingga dapat meningkatkan pengeringan granul (Gozali *et al.*, 2018).

Menurut Zaman and Sopyan pada tahun 2020 metode ini banyak digunakan karena mempunyai keuntungan antara lain :

1. Tingkat kohesifitas dan kompresibilitas serbuk menjadi lebih bagus karena adanya zat pengikat yang menyebabkan melekatnya bahan aktif dan bahan tambahan sehingga membentuk granul yang baik.
2. Obat dengan dosis tinggi dan sifat alir atau kompresibilitas yang buruk harus digranulasi dengan metode granulasi basah untuk mendapatkan sifat alir yang sesuai dan kohesi untuk kompresi.
3. Cocok digunakan untuk zat aktif dan eksipien dengan sifat alir dan kompresibilitas yang buruk.

2.3.2 Metode Granulasi Kering

Metode granulasi kering digunakan apabila zat aktif yang digunakan dalam zat aktif yang bersifat sensitif terhadap lembap dan panas atau bersifat termolabil, serta memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang relatif buruk. Tujuan dari pembuatan tablet dengan metode granulasi kering untuk meningkatkan sifat alir atau kemampuan kempa massa cetak tablet. Metode ini dilakukan dengan cara menekan massa serbuk pada tekanan tinggi sehingga membentuk tablet besar (*slug*) yang tidak berbentuk baik, kemudian digiling dan diayak hingga diperoleh partikel granul dengan ukuran yang diinginkan. Keuntungan dari granulasi kering adalah tidak memerlukan pemanasan dan kelembapan dalam proses granulasi sehingga cocok untuk zat aktif yang tidak tahan terhadap panas dan lembap. Pembuatan tablet dengan metode granulasi kering dapat dilakukan dengan meletakkan massa cetak serbuk diantara mesin rol yang dijalankan secara hidrolis

untuk menghasilkan massa padat yang tipis, selanjutnya diayak hingga diperoleh granul dengan ukuran yang diinginkan (Zaman & Sopyan, 2020).

2.3.3 Evaluasi Sifat fisik granul

Evaluasi sifat fisik granul dilakukan untuk mengetahui sifat alir granul yang dapat mempengaruhi kualitas tablet yang dihasilkan. Beberapa pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik granul, yaitu :

2.3.3.1 Kadar Lembab

Uji kadar lembab dilakukan bertujuan untuk mengetahui perubahan kandungan air dalam granul yang telah mengalami proses pengeringan. Kadar lembab granul merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur banyaknya zat yang menguap termasuk air. Uji kadar lembab dilakukan dengan cara menimbang seluruh granul yang telah melalui proses granulasi basah, kemudian panaskan granul dengan metode FBD melalui variasi suhu dan waktu. Hasil granul yang telah dikeringkan ditimbang kemudian hitung nilai susut kadar lembab dari granul, syarat kadar lembab yang baik adalah kelembaban granul mencapai 2-4%.

$$\text{Kadar lembab} = \frac{\text{bobot sampel basah} - \text{bobot sampel kering}}{\text{bobot sampel basah}} \times 100$$

2.3.3.2 Waktu alir

Uji waktu alir dilakukan bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan granul untuk mengalir melalui corong almunium, mudah tidaknya aliran granul dapat dipengaruhi oleh bentuk granul, bobot jenis, keadaan permukaan dan kelembapannya. Kecepatan waktu alir sangat berpengaruh pada keseragaman bobot. Hasil uji waktu alir dianggap baik dengan syarat waktu

alirnya kurang dari 10 detik, sedangkan untuk kecepatan alirnya dianggap baik jika kecepataannya lebih dari 10 gram/detik. Untuk menghitung kecepatan alir granul digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan alir granul} = \frac{\text{bobot granul (gram)}}{\text{waktu alir (detik)}}$$

2.4 Tablet

Tablet berdasarkan Farmakope Indonesia edisi VI pada tahun 2020 adalah sediaan padat yang mengandung bahan obat dengan atau tanpa bahan pengisi. Tablet berdasarkan metode pembuatan dibagi menjadi dua golongan yaitu tablet cetak dan tablet kempa. Tablet kempa dibuat dengan cara diberikan tekanan tinggi pada granul atau serbuk pada cetakan baja, tablet kempa merupakan sediaan yang paling banyak digunakan. Bentuk, ukuran, dan penandaan pengukuran dapat dibuat bervariasi tergantung pada desain cetakan. Tablet cetak dapat dibuat dengan cara menekan massa granul dengan tekanan rendah kemudian dimasukkan ke dalam lubang cetakan. Dalam proses pembuatan tablet ada beberapa tampilan fisik tablet yang ditemui yaitu berupa *binding* yaitu kerusakan tablet yang terjadi akibat massa yang akan dicetak melekat pada dinding ruang cetakan. *Sticking* yaitu kerusakan yang disebabkan oleh pelekatan yang terjadi pada punch atas dan bawah akibat permukaan punch tidak licin ada lemak pada pencetak, zat pelicin kurang atau massa basah. *Whiskering* yaitu terjadi oleh pencetak tidak pas dengan ruang cetakan atau terjadi pelelehan zat aktif saat pencetakan pada tekanan tinggi. *Splitting* yaitu kerusakan pada pencetakan tablet yang disebabkan oleh lepasnya lapisan tipis pada permukaan tablet yang terutama pada bagian tengah. *Capping* merupakan kerusakan tablet yang ditandai dengan melepasnya tablet pada bagian

atas. *Molting* yaitu zat warna tidak merata pada permukaan tablet yang disebabkan oleh pencampuran yang tidak merata. *Crumbling* merupakan kerusakan tablet yang ditandai dengan tablet menjadi retak dan rapuh.

Metode pembuatan tablet yang dipilih tergantung dari zat aktif yang akan dibuat menjadi sediaan tablet sehingga tahap awal formulasi sediaan tablet adalah pengumpulan data pre-formulasi terutama data pre-formulasi bahan aktif. Keuntungan dari sediaan tablet menurut Tovey, 2018 ialah :

1. Dapat menutupi rasa obat yang pahit atau tidak menyenangkan dibuat agar dapat diterima dengan atau tanpa diberi salut. Salut ini didesain untuk melindungi rasa pahit.
2. Keuntungan tablet yang paling nyata ialah mudah dalam pemberian dosis yang akurat. Dosis dapat didistribusikan secara seragam dalam keseluruhan tablet untuk memberikan kemudahan dalam pemberian dosis yang akurat apabila tablet dipotong menjadi dua bagian atau lebih untuk pemberian pada anak-anak.
3. Sifat tablet yang sangat mendasar adalah mudah dibawa, bentuk kompak, stabilitas yang memadai, ekonomis dibandingkan dengan bentuk sediaan lain, segera tersedia, mudah diberikan dan diterima oleh pasien.

2.4.1 Bahan Tambahan Tablet

Bahan tambahan tablet adalah bahan yang tidak memiliki aktifitas sebagai obat dan secara farmakologi sebagai pengencer atau pembawa obat. Bahan tambahan pada sediaan digunakan untuk memperbaiki sifat sediaan obat. Pada dasarnya bahan tambahan harus bersifat netral, tidak berbau, dan tidak berasa. Komposisi tablet umumnya terdiri dari bahan aktif, bahan pengisi, bahan pengikat, disintegran, lubrikan, bahan pewarna, bahan pewangi, bahan pemanis bila diperlukan.

2.4.1.1 Bahan pengisi

Bahan pengisi berfungsi untuk menambah volume pada massa tablet agar mudah dicetak atau dibuat, memperbaiki kompresibilitas dan sifat alir bahan aktif yang sulit dikempa serta memperbaiki daya kohesi sehingga dapat dikempa langsung. Jumlah bahan pengisi yang dibutuhkan bervariasi, berkisar antara 5-80% dari bobot tablet (tergantung jumlah zat aktif bobot yang diinginkan), apabila bahan aktif berdosisi kecil, campuran massa yang akan mendominasi tablet adalah bahan pengisi.

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih bahan pengisi ialah netral terhadap bahan aktif atau zat berkhasiat, stabil secara kimia maupun fisika, harga relatif terjangkau, mudah larut serta tidak boleh tercampur dengan bahan berkhasiat. Apabila kandungan zat aktif lebih kecil dibandingkan dengan bahan pengisi, maka sifat tablet akan didominasi oleh bahan pengisi. Bahan pengisi tablet yang umum digunakan ialah laktosa, pati, kalsium fosfat dan selulosa mikrokristal.

2.4.1.2 Bahan pengikat

Bahan pengikat digunakan berfungsi untuk memberikan daya adhesi pada massa serbuk sewaktu granulasi serta menambah daya kohesi pada bahan pengisi. Pada proses granulasi, dengan adanya bahan pengikat dalam bentuk cair maka bahan pengikat akan membasahi permukaan partikel yang kemudian menjadi jembatan cair antar partikel. Selanjutnya partikel yang berikatan akan semakin banyak sehingga terjadi pembesaran granul. Banyaknya pengikat yang digunakan dalam proses granulasi bervariasi tergantung pada jumlah bahan aktif, ukuran partikel, kompresibilitas, luas permukaan, porositas, hidrofobisitas, kelarutan larutan dalam pengikat, dan cara atau metode pembuatan granul. Bahan pengikat berfungsi untuk menghasilkan tablet yang kompak dan kuat setelah pencetakan. Bahan pengikat juga penting peranannya dalam proses pembentukan granul dari partikel-partikel yang tidak homogen menjadi partikel-partikel sferis yang lebih besar dan lebih homogen. Bahan pengikat tidak boleh menghalangi disintegrasi tablet maupun pelepasan zat aktif untuk diabsorpsi. Bahan pengikat dapat ditambahkan dalam bentuk kering, pasta, cairan atau larutan. Bahan pengikat yang umum digunakan ialah PVP K-30. Penggunaan pengikat sebaiknya dalam konsentrasi yang sesuai. Jika jumlah bahan pengikat tidak sesuai maka akan terjadi *capping*, *lamination*, *sticking*, *picking* dan *filming*. Namun bila penggunaannya terlalu berlebihan dapat mengakibatkan meningkatnya kekerasan tablet yang mengakibatkan tablet sukar hancur.

2.4.1.3 Bahan penghancur

Absorpsi pada obat dapat mempengaruhi suatu bioavailabilitas. Absorpsi obat tergantung pada kelarutan obat dalam cairan gastrointestinal dan permeabilitas obat melintasi membran. Kecepatan tablet tergantung pada sifat fisika-kimia obat, disolusi dari tablet dan juga kecepatan disintegrasi. Bahan penghancur berfungsi membantu hancurnya tablet setelah ditelan dan akan membantu hancurnya tablet menjadi granul sehingga dapat meningkatkan kecepatan disolusi tablet. Contoh dari bahan penghancur ialah pati. Berikut adalah beberapa teori tentang mekanisme aksi disintegran (Desai *et.al.*, 2016)

1. *Swelling*

Disintegran mengalami pengembangan apabila bercampur dengan air dan kelembapan. Saat mengembang dibutuhkan suatu ruang dan pada tablet, dengan porositas yang tidak cukup banyak memberikan ruang bagi pengembangan disintegran menyebabkan pendesakan berupa tekanan pada granul sehingga tablet jadi pecah.

2. *Heat of wetting/interraction*

Disintegran bila terbasahi oleh air atau kelembapan menimbulkan panas akibat reaksi. Panas ini menyebabkan udara yang terperangkap dalam tablet bergerak memperbesar volume yang menimbulkan desakan berupa tekanan pada granul sehingga tablet menjadi pecah/hancur.

3. *Deformation/ strai/hapereory*

Disintegran bersifat deformasi plastis mempunyai kemampuan untuk kembali ke formasi semula bila kekuatan tekanan yang dikenai sedikit berkurang dari batas ambangnya. Berbagai pengaruh akibat masuknya air ke dalam tablet menyebabkan kekuatan tekanan kelarutan suatu obat dalam berkurang dan selanjutnya disintegran berubah ke formasi semula yang membutuhkan ruang atau volume besar. Hal ini mengakibatkan timbulnya desakan sehingga tablet hancur.

4. *Repulsion force/interruption of particle-particle bonds*

Masuknya air secara kapiler ke dalam tablet menyebabkan perubahan sifat fisiko-kimia berupa rusaknya ikatan hidrogen sehingga sifat adesif berkurang diikuti dengan bertambahnya sifat kohesif intrapartikel. Keadaan ini mengakibatkan partikel-partikel yang berlainan saling tolak menolak dan tablet menjadi hancur.

5. *Wicking*

Masuknya air ke dalam tablet diikuti dengan pembentukan lorong-lorong seperti rajutan atau anyaman di dalam tablet. Air yang terus bergerak membentuk lorong yang lebih besar sehingga dinding lorong tersebut terkikis. Keadaan ini menyebabkan tablet menjadi rapuh dan hancur.

2.4.1.5 Bahan pelicin

Bahan pelicin sebagai zat tambahan memiliki 3 fungsi, yaitu :

1. *Lubricants*

Lubrikan merupakan bahan yang berfungsi untuk mengurangi fraksi antara permukaan dinding atau tepi tablet dengan dinding *die* selama kompresi. Penambahan lubrikan dilakukan pada pencampuran akhir sebelum proses pengempaan. Pemilihan lubrikan tergantung pada cara pemakaian, tipe tablet, sifat disintegrasi dan disolusi yang diinginkan, sifat fisika-kimia dari granulat dan biaya. Lubrikan pada umumnya ditambahkan kering pada suatu kondisi di mana komponen lainnya berada dalam keadaan homogen. Penambahan dan pencampuran tidak boleh berlangsung terlalu lama karena dapat menyebabkan disintegrasi dan karakteristik disolusi berkurang serta hilangnya ikatan pada matriks tablet. Lubrikan yang bersifat serbuk sebaiknya tidak ditambahkan sebelum pembentukan granulasi basah karena lubrikan akan terdistribusi pada partikel granulat pada permukaan granulat (Effionora, 2012).

1. *Glidants*

Glidants dalam formulasi berfungsi untuk menaikkan atau meningkatkan fluiditas massa yang akan dikempa, sehingga terjadi penambahan massa dan massa tersebut dapat mengisi *die* dalam jumlah yang seragam. Amilum merupakan glidan yang paling sering digunakan karena dapat berfungsi sebagai glidan dan juga sebagai disintegran dengan konsentrasi sampai 10%.

2. *Antiadherents*

Antiadherents adalah bahan yang dapat mencegah terjadinya *sticking* atau melekatnya permukaan tablet pada punch atas dan punch bawah. Talk, magnesium stearat dan amilum jagung merupakan bahan yang memiliki sifat *antiadherents* yang baik.

2.4.2 Evaluasi tablet

Evaluasi tablet dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan disintegran pada tablet, evaluasi tablet meliputi :

2.4.2.1 Kekerasan tablet

Menurut Loyd V. Allen, Jr & Howard C. Ansel, 2017 kekerasan tablet dapat diartikan sebagai daya kekuatan tablet dalam melawan tekanan mekanik seperti guncangan, kikisan dan terjadi keretakan tablet dalam pembungkusan atau pengangkutan, hal ini dapat dinilai dari besarnya suatu daya atau berat yang dibutuhkan untuk menghancurkan atau meremukkan suatu tablet. *Hardness tester* merupakan instrumen yang digunakan untuk uji kekerasan dengan harapan dapat mengukur berat yang diperlukan untuk memecah tablet, cara penggunaan pada alat ini yaitu tablet diletakkan diantara tetap dan rahang yang bergerak pada alat dan diberikan tekanan ke tepi tablet secara bertahap sampai tablet retak atau pecah dan baca angka pada alat sebagai parameter uji kekerasan tablet. Pengujian kekerasan tablet dilakukan dengan mengambil 10 tablet secara acak. Kekerasan tablet dinyatakan dalam satuan kg dari tenaga yang diperlukan untuk memecah suatu tablet, kekuatan sekitar 4-8 kg yang merupakan persyaratan minimal sebagai parameter tablet yang baik.

2.4.2.2 Waktu hancur

Uji waktu hancur dilakukan untuk mengetahui daya hancur dari suatu tablet. Tablet harus hancur dalam cairan tubuh untuk dilarutkan agar obat dapat diabsorpsi dalam saluran pencernaan. Waktu hancur dipengaruhi oleh adanya bahan pengikat dan bahan penghancur yang dapat menyebabkan tablet pecah dan

hancur dalam cairan lambung. Uji waktu hancur tidak menyatakan bahwa sediaan atau bahan aktifnya terlarut sempurna, tablet dinyatakan hancur sempurna bila sisa sediaan yang tertinggal pada kasa alat uji merupakan masa lunak yang tidak berinti yang jelas. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Desintegration Tester* yang bekerja otomatis penuh. Alat terdiri dari suatu rangkaian keranjang, gelas piala berukuran 1L dengan thermost untuk memanaskan cairan media pada suhu 37°C dan alat menaik turunkan keranjang dalam cairan media pada frekuensi yang tetap antara 29 hingga 32 kali per menit melalui jarak tidak kurang dari 53 mm dan tidak lebih dari 57 mm. Volume cairan dalam wadah dibuat hingga pada titik tertinggi gerakan ke atas, kawat kasa berada pada paling sedikit 15 mm di bawah permukaan cairan dan pada gerakan ke bawah berjarak tidak kurang dari 25 mm dari dasar wadah. Waktu untuk bergerak ke bawah sama dengan waktu untuk bergerak ke atas dan perubahan pada arah gerakan merupakan perubahan yang halus, bukan gerakan yang tiba-tiba yang kasar. Rangkaian keranjang bergerak secara vertikal terdiri dari 6 tabung transparan yang kedua ujungnya terbuka. Pada permukaan bawah lempengan terdapat kasa baja berukuran 10 mesh. Prosedur yang dilakukan untuk pengujian waktu hancur tablet dimasukkan pada masing masing 6 tabung dari keranjang kemudian jalankan alat, gunakan air dengan suhu 37°C sebagai media, bila 1 atau 2 tablet tidak hancur maka ulangi pengujiannya karena tidak kurang 16 dari 18 tablet harus hancur sempurna (Depkes RI, 2020).

2.4.2.3 Kerapuhan

Kerapuhan merupakan keadaan dimana tablet kehilangan beratnya, karena hilangnya partikel halus yang ada dipermukaan tablet. Pengikisan yang terjadi pada permukaan tablet disebabkan oleh kerapuhan ditandai dengan berkurangnya bobot tablet. Kerapuhan yang tinggi dapat memengaruhi konsentrasi atau kadar zat aktif yang terdapat pada tablet. Tujuan dari uji kerapuhan tablet adalah untuk menjamin kemampuan tablet dalam menahan guncangan selama proses transportasi dan pada saat pengiriman. Tablet dinyatakan memenuhi syarat jika kehilangan bobot maksimum tidak lebih dari 1%. Pengujian kerapuhan dilakukan dengan cara diambil 10 tablet secara acak, kemudian di replikasi sebanyak 3x ditimbang dan dicatat berat awalnya (W_o) lalu dimasukkan ke dalam alat *friabilator* selama 4 menit pada kecepatan 25 rpm, ditimbang berat setelah diuji (W_t) lalu dihitung menggunakan rumus :

$$f = \frac{W_o - W_t}{W_t} \times 100 \%$$

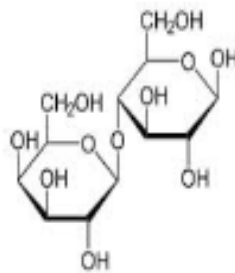
Dimana f adalah friabilitas, W_o adalah berat awal tablet dan W_t adalah berat akhir tablet. Semakin besar hasil presentase maka semakin besar pula massa tablet yang hilang dan kerapuhan yang semakin tinggi akan mengurangi kadar zat aktif dalam tablet. (Gozali *et al.*, 2018 ; Iskandar dan Susanti, 2019).

2.5 Bahan Penelitian

2.5.1 Laktosa

Laktosa dalam bidang farmasi formulasi dan teknologi banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi sediaan kapsul maupun tablet. Laktosa dalam bahan pengisi tablet digunakan sebagai bahan tambahan massa dan

kompaktibilitas tablet. Laktosa biasa digunakan dalam metode granulasi basah karena kompaktibilitasnya baik. Laktosa memiliki rumus struktur kimia $C_{12}H_{24}O_{12}$ dan memiliki sifat umum higroskopisnya rendah, mudah didapatkan, biaya murah, sifat fisik yang baik dan sifat kimia yang stabil dan larut dalam air.



Gambar 2.3 Struktur kimia Laktosa (Depkes RI, 2020)

Laktosa merupakan gula yang diperoleh dari susu dalam bentuk anhidrat atau mengandung suatu molekul air hidrat yang berbentuk serbuk hablur, bewarna putih, tidak berbau dan rasa agak manis, mudah larut dalam air secara perlahan dan praktis tidak larut dalam etanol (Depkes RI, 2020).

2.5.2 Polivinil Pirolidon (PVP K-30)

PVP merupakan bahan pengikat pada tablet dan biasanya digunakan pada konsentrasi 0,5%-5%. PVP berwujud serbuk bewarna putih atau putih kekuningan. Polivinil Pirolidon (PVP) merupakan bahan pengikat yang memiliki sifat alir yang baik, sudut diam yang minimum, menghasilkan fines yang lebih sedikit dan memiliki kompaktibilitas yang baik. Penggunaan polivinil pirolidon sebagai bahan pengikat dapat menghasilkan kekerasan tablet yang sedang dan memiliki waktu hancur sedikit lama. Keuntungan PVP sebagai bahan pengikat yaitu hasil granul lebih cepat kering, bagus digunakan dalam penggranulan. PVP

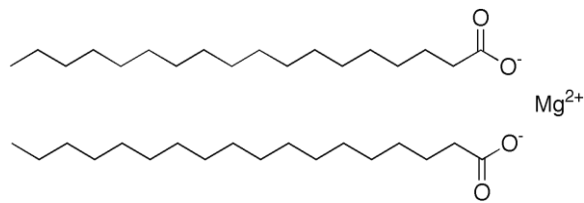
dengan konsentrasi 5% menghasilkan granul yang memiliki daya kompresi yang baik, dan dapat membentuk ikatan kompleks dengan berbagai molekul obat sehingga banyak obat-obat yang kelarutannya meningkat dengan adanya PVP.

2.5.3 Talcum (talk)

Talk adalah magnesium silikat hidrat alam, kadang-kadang mengandung sedikit aluminium silikat. Memiliki bentuk serbuk hablur sangat halus, warna putih kelabu, berkilat, mudah melekat pada kulit dan bebas dari butiran. Talk memiliki rumus kimia $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ atau $\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4$ yang bersifat tidak larut dalam air sedikit larut dalam asam mineral encer, memiliki kekerasan Mohs 1 (skala 1-10) . Berdasarkan sumbernya talk dibagi menjadi 2 macam yaitu, talk alami dan sintetik hidrotermal. Talk alami berasal dari batu-batuan kerak bumi oleh aksi larutan, kualitas talk bergantung pada sifat dari batuan induk dan kondisi pembentukan seperti suhu, tekanan, durasi hidrotermal sehingga tidak dapat tidak dapat dihancurkan secara homogen di bawah $1\ \mu\text{m}$ tanpa amorfisasi oleh sebab itu talk sintetik diperlukan untuk menjamin spesifikasi talk sesuai dengan yang dibutuhkan. Penyimpanan talk disimpan pada wadah tertutup baik (Depkes RI, 2020).

2.5.4 Magnesium stearat

Magnesium stearat merupakan serbuk halus voluminous berwarna putih mudah melekat berasal dari campuran asam-asam organik padat yang diperoleh dari lemak, terutama terdiri dari magnesium stearat dan magnesium palmitat dalam berbagai perbandingan.



Gambar 2.5 Struktur magnesium stearat

Magnesium stearat memiliki rumus molekul $C_{36}H_{70}MgO_4$. Magnesium stearat berfungsi sebagai pelicin atau pelubrican, ditambahkan dalam jumlah tertentu berdasarkan perhitungan setiap formulasi. Penambahan magnesium stearat dilakukan pada granul yang kemudian granul dikompresi menjadi tablet dengan menggunakan mesin pencetak tablet (Sukoco, 2017). Magnesium stearat mempunyai sifat pelumas yang baik sehingga dapat meminimalisir gesekan yang terjadi antara dinding ruang kempa, tetapi memiliki sifat hidrofob sehingga akan menghambat pelepasan zat berkhasiat (Syofyan *et al.*, 2015).

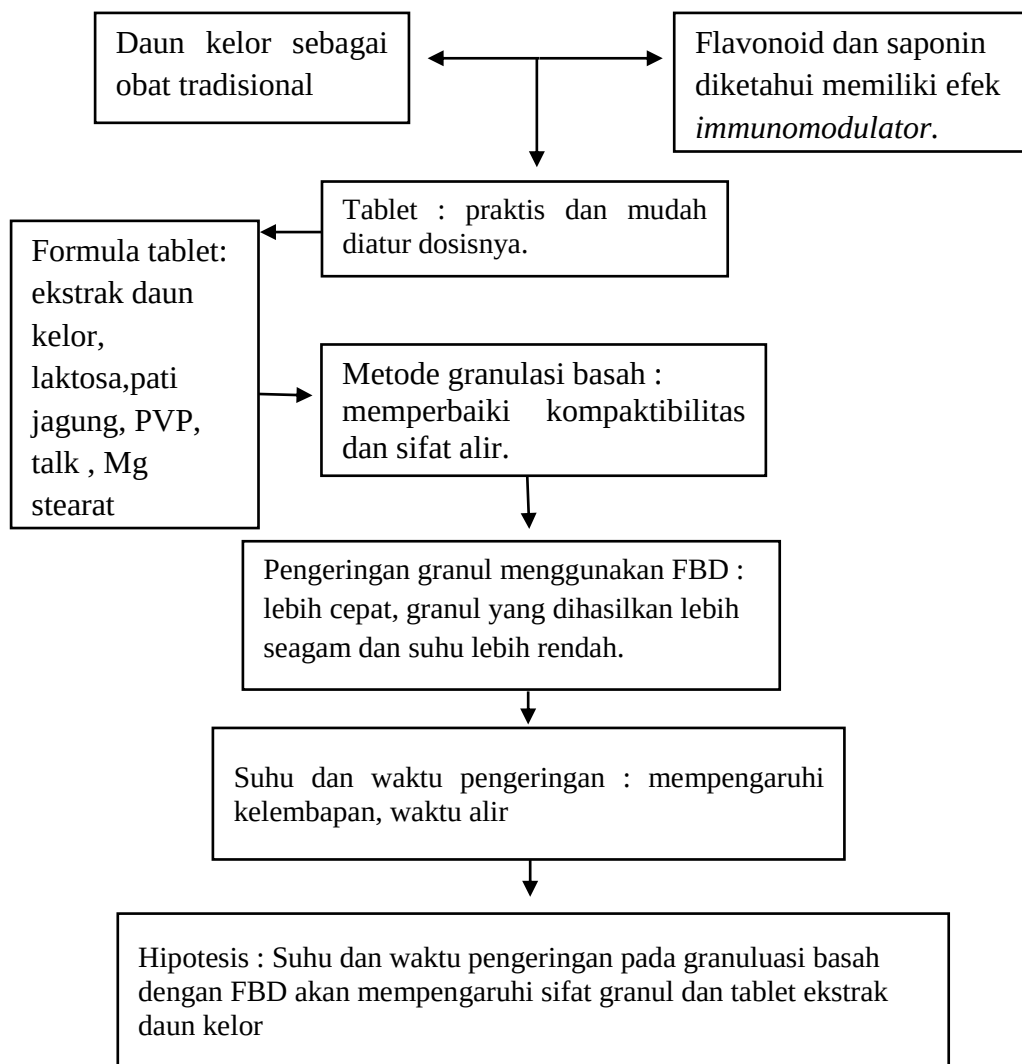
2.5.5 Pati jagung

Pati jagung atau *amylum maize* berasal dari biji jagung (*Zea mays*) yang telah dihaluskan berbentuk serbuk halus, putih dan tidak berasa. Sebagai pengencer pati jagung digunakan untuk standar pewarna tritirates, ekstrak herbal, dan mempermudah dalam proses pencampuran granul. Bentuk pati jagung secara mikroskopik berupa butir poligonal, bila diamati pada cahaya terpoliferasi, tampak bewarna hitam memotong pada hillus. Serbuk pati jagung berbentuk sudut, bersegi banyak ukuran 2 μm -23 μm , hillus ditengah berupa rongga berjumlah 2 sampai 5, dan tidak memiliki lamella. Kelarutannya praktis tidak larut dalam air dingin dan dalam etanol. Pada formulasi sediaan oral pati jagung merupakan eksipien sebagai disintegran, pelicin, pengikat (Depkes RI, 2020).

BAB III

KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Konsep



3.2 Hipotesis

- H0 : Suhu dan waktu pengeringan pada granuluasi basah dengan FBD tidak mempengaruhi sifat fisik granul dan tablet ekstrak daun kelor.
- H1 : Suhu dan waktu pengeringan pada granuluasi basah dengan FBD akan mempengaruhi sifat fisik granul dan tablet ekstrak daun kelor.

BAB IV

METODELOGI PENELITIAN

4.1 Desain penelitian

Penelitian yang akan dilakukan termasuk jenis penelitian eksperimental laboratorik bersifat korelasional (sebab akibat). Tahap penelitian yang dilakukan meliputi :

1. Granulasi dengan metode granulasi basah menggunakan FBD
2. Evaluasi granul
3. Pencetakan tablet
4. Evaluasi tablet
5. Analisis data

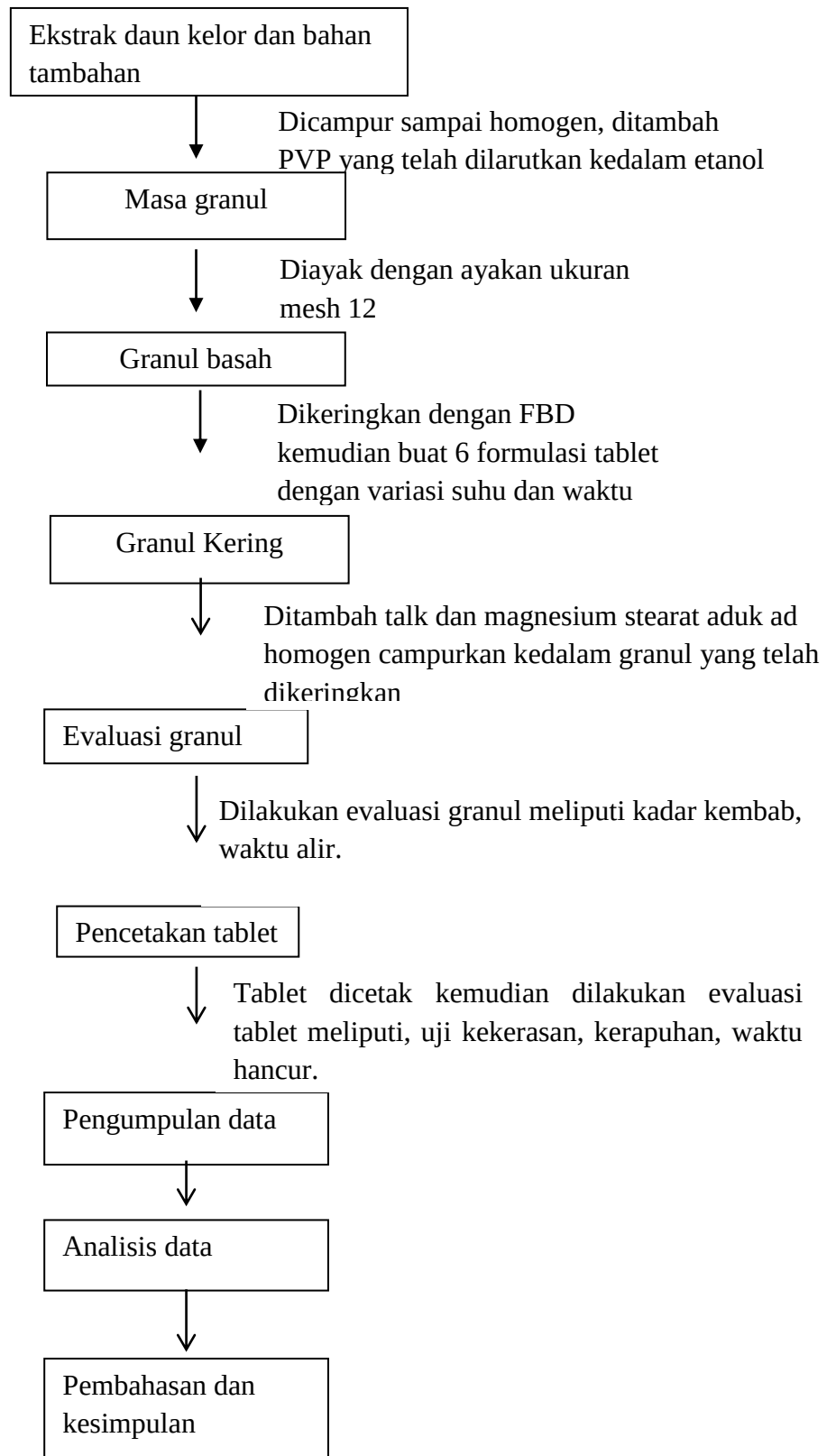
Alur penelitian secara skematis tampak pada gambar 4.1

4.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Universitas dr. Soebandi Jember dan Laboratorium Farmasetika Universitas Jember.

4.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari-Maret 2021



Gambar 4.1 Alur Penelitian Secara Sistematis

Variabel dan Definisi Operasional

Variabel dan definisi operasional penelitian tampak pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Variabel dan Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Suhu (dependent)	Suhu alat yang digunakan sebagai parameter yang berpengaruh pada hasil evaluasi	Setting pada alat <i>Fluid Bed Dryer</i>	<i>Fluid Bed Dryer</i>	°C	Interval
Waktu (dependent)	Waktu yang di setting pada alat digunakan sebagai parameter yang berpengaruh pada hasil evaluasi	Setting pada alat <i>Fluid Bed Dryer</i>	<i>Fluid Bed Dryer</i>	Menit	Interval
Waktu Alir (independent)	Waktu yang merupakan parameter kecepatan yang diperlukan untuk mengalirkan granul	Memasukkan 50 gram granul kedalam corong kemudian biarkan granul mengalir	Corong, Stopwatch	< 10 gram/detik Buruk >10 gram/detik baik	Ordinal
Kadar Lembab (independent)	Parameter yang digunakan untuk menghitung kandungan air didalam granul	Masukkan granul sebelum dan sesudah pengerigan	<i>Moisture balance</i>	< 2 % Buruk 2-4 % Baik	Ordinal

Kekerasan (independent)	Parameter yang digunakan untuk mengetahui kekerasan pada tablet	Masukkan tablet dalam alat kemudian pada skala berapa tablet akan rusak atau hancur	<i>Hardness tester</i>	< 4 kg Buruk 4-8kg Baik	Ordinal
Waktu Hancur(independent)	Waktu yang digunakan untuk mengetahui hancurnya tablet setelah diminum	Masukkan tablet pada alat kemudian ditunggu sampai tablet hancur	<i>Disintegrator tester</i>	<15 menit baik >15 menit Baik	Ordinal
Kerapuhan (independent)	Parameter yang digunakan untuk mengetahui kerapuhan pada tablet	Masukkan tablet pada alat kemudian hitung bobot tablet yang rapuh	<i>Friability tester</i>	<1% baik > 1% Buruk	Ordinal
Formula tablet (terkendali)	Merupakan rancangan bahan yang akan digunakan untuk membuat sediaan tablet		Mesin pencetak tablet		Rasio
Metode granulasi(terkendali)	Metode yang digunakan untuk membuat granul yang dapat memperbaiki sifat alir dan kompressibilitas granul		Kontainer/ baskom		Rasio

4.6 Alat dan Bahan

4.6.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu toples, mortir dan stamper, corong, FBD, *Hardness tester*, *friability tester*, *disintegrator*, neraca analitik, stopwatch, mesin kempa, gelas ukur (bomex), mesin distribusi ukuran partikel,.

4.6.2 Bahan

Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan yaitu ekstrak kering daun kelor (dibeli di PT. Borobudur), laktosa, PVP-K30, pati jagung, dan magnesium stearat.

4.7 Metode Pengumpulan Data

4.7.1 Susunan Formula Tablet

Susunan formula tablet ekstrak daun kelor sebagaimana tampak pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Susunan formula tablet

No	Nama bahan	Fungsi	Jumlah tiap tablet (%)	Jumlah tiap tablet (mg)	Jumlah untuk 100 Gram
1	Ekstrak daun kelor	Bahan aktif	50	350	50 gram
2	Laktosa	Bahan pengisi	35	245	35 gram
3	Pati jagung	Bahan penghancur	7,5	52,5	7,5 gram
4	PVP K30	Bahan pengikat	5	21	3 gram
5	Talkum	Glidan	3,5	24,5	3,5 gram
6	Mg stearate	Anti adherent	1	7	1 gram
Jumlah			100	700 mg	100 Gram

4.7.2 Pembuatan Granul

Bahan aktif (ekstrak daun kelor) ditambahkan dengan laktosa dan pati jagung dalam mortir, kemudian di campur sampai homogen. Selanjutnya ditambahkan PVP K-30 dengan konsentrasi 5% yang dilarutkan kedalam etanol, kemudian di masukkan kedalam mortir yang berisi campuran ekstrak daun kelor, pati jagung dan laktosa sebanyak 24 tetes dan diaduk sampai terbentuk masa granul. Masa granul kemudian diayak dengan ayakan ukuran 12 mesh, sehingga terbentuk granul basah. Granul basah kemudian dikeringkan dengan FBD pada suhu dan waktu yang berbeda. Rancangan suhu dan waktu pengeringan dengan FBD sebagaimana tampak pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rancangan suhu dan waktu pengeringan dengan FBD.

No	Formula	Suhu (°C)	Waktu (menit)
1	I	40	35
2	II	50	35
3	III	60	35
4	IV	40	45
5	V	50	45
6	VI	60	45

4.7.3 Evaluasi granul

Granul kering hasil proses granulasi kemudian ditambahkan talk dan Mg stearat dan dicampur sampai homogen. Campuran tersebut selanjutnya dilakukan evaluasi.

4.7.3.1 Kadar Lembab

Uji kadar lembab dilakukan sebagai parameter pengukuran kelembaban granul. Kemudian dilakukan dengan menimbang granul yang telah dikeringkan pada alat *Fluid Bed Dryer* kemudian timbang sebanyak 2 gram masukkan ke dalam *moisture analyzer* dan dilihat hasilnya. Selanjutnya uji kadar lembab dilakukan dengan replikasi sebanyak 3 kali pada tiap formula. Kadar lembab dinyatakan baik bila memenuhi persyaratan, syarat kadar lembab ialah 2 sampai 4% (Kalaloet.al., 2019).

4.7.3.2 Waktu alir

Di masukkan 10 gram granul ke dalam corong yang ditutup ujungnya. Tutupnya di buka, granul dibiarkan mengalir sampai habis, waktu alir dicatat dari tutup corong di buka sampai granul yang mengalir habis dan dilakukan sebanyak tiga kali. Syarat waktu alir yang baik pada granul tidak lebih dari 10 g/detik (Soemarie *et al.*, 2017).

4.7.4 Pencetakan tablet

Granul yang telah ditambah talk dan Mg stearat dicetak dengan mesin pencetak tablet single punch dengan bobot per tablet 700 mg. Kekuatan pengempaan tablet dibuat sama yaitu dengan skala punch atas 3,5 mm dan punch bawah 6 mm. Tablet kemudian dievaluasi yang meliputi uji kekerasan, kerapuhan dan waktu hancur tablet.

4.7.5 Evaluasi tablet

Evaluasi merupakan parameter untuk mengetahui kualitas tablet, evaluasi tablet meliputi :

4.7.5.1 Kekerasan

Alat yang digunakan untuk uji kekerasan tablet yaitu *Hardness tester*. Caranya tablet diletakkan secara vertikal diantara ujung dari penekanan putar sekrupnya sehingga tablet tertekan kemudian pecah. Kekerasan tablet dibaca pada skala disaat tablet pecah dengan satuan kg. Pengujian dilakukan pada 10 tablet yang kemudian dihitung rata-rata tablet, tablet yang bagus memiliki kekerasan diantara 4-8 kg.

4.7.5.2 Kerapuhan

Diambil 10 tablet kemudian dibersihkan dari partikel halus yang kemungkinan menempel lalu ditimbang, dimasukkan ke dalam alat *friability tester* selanjutnya di putar 25 rpm selama 4 menit. Setelah itu, tablet dikeluarkan dari *friability tester*, lalu dibersihkan dari partikel yang telah lepas. Tablet diambil dan ditimbang, kemudian hitung persen kerapuhannya. Tablet yang baik memiliki persen kerapuhan kurang dari 1%.

4.7.4.3 Waktu hancur

Dilakukan pada masing-masing 1 tablet dimasukkan ke dalam tabung dari alat uji waktu hancur, kemudian masukkan 1 cakram pada tiap tabung dan operasikan alat. Gunakan air sebagai media dengan suhu 37°C, pastikan seluruh tablet hancur dengan sempurna. Ukur waktu dari alat mulai di operasikan sampai tablet hancur. Syarat waktu hancur tablet yang baik adalah waktu hancur kurang dari 15 menit.

4.8 Pengolahan dan Analisa Data

4.8.1 Pengolahan Data

- A. Data hasil uji sifat fisik granul meliputi waktu alir dan kadar lembab.
- B. Data hasil uji sifat fisik tablet meliputi kekerasan, kerapuhan dan waktu hancur tablet.

4.8.2 Analisis Data

Data hasil pengujian sifat fisik-mekanik granul ekstrak daun kelor dengan pengaruh suhu dan waktu pengeringan seperti uji waktualir, sudut diam, kadar lembab, dan prosen kompresibilitas yang dapat dibandingkan dengan literatur yang ada. Waktu alir dikatakan baik apabila lebih dari 10 g/detik (Soemarie *et al.*, 2017). Kadar lembab memenuhi persyaratan apabila memiliki presen kelembaban 2-4% (Kalaloet.al., 2019).

Evaluasi tablet ekstrak daun kelor dengan pengaruh suhu dan waktu pengeringan meliputi kekerasan, kerapuhan, serta waktu hancur. Kekerasan tablet dapat dikatakan baik apabila memiliki nilai 4-8 kg. Persen kerapuhan tablet memiliki persyaratan kurang dari 1%. Uji waktu hancur dikatakan baik apabila memiliki waktu hancur kurang dari 15 menit.

Untuk mengetahui perbedaan bermakna dari pengaruh suhu pada masing-masing evaluasi granul maupun tablet maka data yang diperoleh dilanjutkan dengan uji oneway ANOVA menggunakan uji statistik dengan aplikasi SPSS 16 dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Data dikatakan berbeda secara signifikan jika nilai signifikansi $< 0,05$. Apabila hasil yang diperoleh $< 0,05$ perlu dilakuka uji lanjut (post hoc test) dengan metode Tukey-HSD. Uji lanjut ini

digunakan untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing formula. Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan rata-rata pada pengaruh waktu pengeringan dilakukan uji *Independent T-test* yang menghasilkan *sig 2-tailed* < 0,05

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Formulasi tablet

Penelitian ini bertujuan untuk membuat tablet ekstrak daun kelor dengan suhu dan waktu pengeringan yang berbeda menggunakan granulasi basah. Perlakuan suhu dan waktu pengeringan yang berbeda tersebut kemudian dianalisis pengaruhnya terhadap produk yang dihasilkan. Ekstrak daun kelor sangat higroskopis sehingga memiliki sifat alir yang buruk maka perlu dilakukan granulasi basah supaya dapat memperbaiki sifat alir dari ekstrak daun kelor, cara mengatasi ekstrak yang memiliki sifat higroskopis yang tinggi yaitu dengan granulasi basah. Metode granulasi basah dapat meningkatkan kompresibilitas, memperoleh sifat alir yang baik, mencegah pemisahan komponen campuran selama proses dan memperbaiki distribusi ukuran partikel (Hidayah, 2016).

Pengisi yang dipilih yaitu laktosa sebagai bahan tambahan massa yang memiliki kompaktibilitas yang baik. Laktosa biasa digunakan dalam metode granulasi basah karena kompaktibilitasnya baik dengan bahan lain. Laktosa biasa digunakan dengan granulasi basah maupun kering, tablet menggunakan laktosa sebagai bahan pengisi yang mudah dikeringkan sehingga dapat digunakan ketika pengeringan menggunakan FBD. Laktosa merupakan gula yang diperoleh dari susu dalam bentuk anhidrat atau mengandung suatu molekul air hidrat yang berbentuk serbuk hablur, bewarna putih, tidak berbau dan rasa agak manis, mudah

larut dalam air secara perlahan dan praktis tidak larut dalam etanol (Depkes RI, 2020).

Pati jagung dipilih sebagai disintegran karena kemampuannya dalam penghancur sangat baik, bersifat inert, non-toksik, non-iritan, serta merupakan bahan penghancur yang berasal dari tumbuhan alami. Selain dapat dicampur dengan bahan aktif tanpa menimbulkan reaksi kimia, ketersediaan pati jagung sangat tinggi sehingga harganya relatif murah. Pati jagung sebagai disintegran ditambahkan sebelum granulasi atau disebut juga dengan intragranular, penambahan secara intragranular bertujuan agar dispersi partikel lebih halus.

Pengikat yang digunakan adalah PVP K-30 karena memiliki sifat alir yang baik, dan kompaktibilitasnya sangat baik. PVP K-30 digunakan sebagai pengikat karena dapat membentuk granul ketika dicampurkan dalam ekstrak daun kelor dan dapat tahan terhadap pengeringan menggunakan FBD. Pelarut yang digunakan untuk melarutkan PVP K-30 yaitu etanol 96%. Campuran PVP-etanol dapat menghasilkan granul yang lebih seragam dibandingkan hanya pengikat PVP langsung dalam kondisi kering. Selain itu sifat dari PVP yang mudah menguap akan memudahkan dalam proses pengeringan granul sehingga granul lebih cepat kering dengan sempurna. Konsentrasi PVP dalam formulasi tablet ekstrak daun kelor yaitu menggunakan konsentrasi 5%.

Lubrikan yang digunakan adalah magnesium stearat. Magnesium stearat dipilih sebagai lubrikan karena magnesium stearat mempunyai sifat pelumas yang baik sehingga dapat meminimalisir gesekan yang terjadi antara dinding ruang

kempa, tetapi memiliki sifat hidrofob sehingga akan menghambat pelepasan zat berkhasiat (Syofyan *et al.*, 2015)

Glidan yang digunakan yaitu talkum, penggunaan talk sebagai glidan memiliki beberapa keuntungan, seperti mudah didapatkan dan harganya relatif murah dan tidak diabsorpsi secara sistemik sehingga tergolong dalam bahan yang tidak beracun. Glidan dalam formulasi berfungsi untuk meningkatkan fluiditas massa yang akan dikempa dan dapat meningkatkan aliran granul dengan mengurangi gesekan antar partikel atau tablet ketika terkena dinding *punch*.

5.2 Hasil Granul

Dalam penelitian, massa granul terbentuk dari pencampuran ekstrak daun kelor, laktosa, pati jagung yang telah dicampurkan dan digerus hingga homogen kemudian diberikan PVP K-30 yang telah dilarutkan dalam ethanol dengan konsentrasi 5%. PVP K-30 digunakan sebagai bahan pengikat dalam tablet ekstrak daun kelor karena tahan terhadap pemanasan, dalam satu formula ditambahkan PVP K-30 sebanyak ± 24 tetes agar terbentuk menjadi massa granul. Dalam proses pembuatan granul dibutuhkan suhu ruangan yang dingin dan konstan guna untuk mencegah penggumpalan granul yang bersifat higroskopis. Untuk melihat terbentuknya massa granul dapat dilihat dari pemeriksaan fisik dengan cara ambil sekepal sediaan kemudian dikepalkan setelah itu dipatahkan dan kembali kedalam bentuk semula. Selanjutnya, massa granul diayak dengan menggunakan mesh ukuran 12 sehingga diperoleh granul basah. Granul basah tersebut dikeringkan dengan suhu dan waktu yang berbeda yaitu variasi suhu dan waktu 40 derajat 35 menit, 50 derajat 35 menit, 60 derajat 35 menit, 40 derajat 45

menit, 50 derajat 45 menit, 60 derajat 45 menit, sehingga diperoleh granul kering. Dalam proses granul basah untuk menjadi granul kering memerlukan silica gel untuk mencegah penggumpalan granul karena granul ekstrak daun kelor memiliki sifat yang sangat higroskopis. Setelah granul dikeringkan, pada tiap formula ditambahkan dengan talkum dan magnesium stearat sebagai bahan pelincir agar pada tiap uji granul tidak ada granul yang tertinggal pada alat uji.

Hasil dari penelitian tablet ekstrak daun kelor menggunakan granulasi basah meliputi hasil evaluasi granul yang meliputi hasil kadar lembab dan waktu alir.



(Granul basah)



(Granul kering)

Gambar 5.1 Granul Ekstrak Daun Kelor

5.2.1 Hasil Penentuan Kadar lembab granul

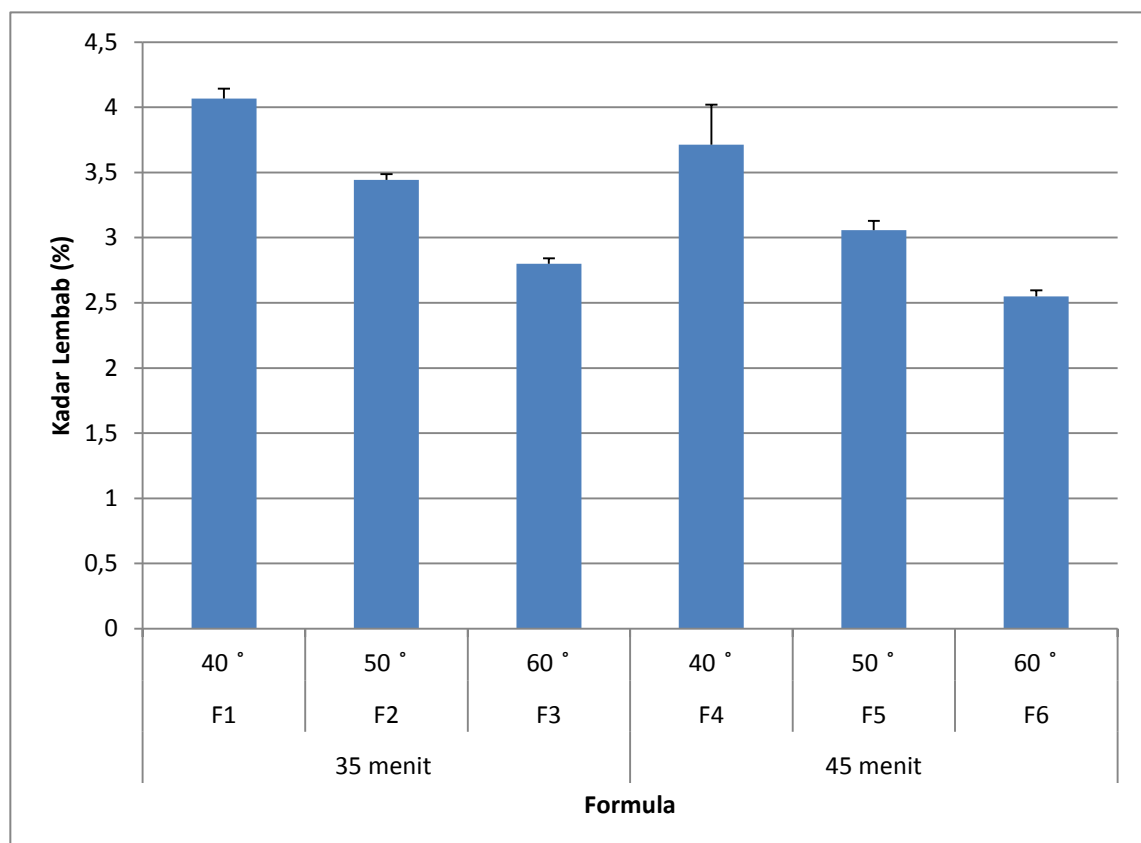
Uji kadar lembab dilakukan untuk mengetahui kadar lembab pada granul, hasil uji kadar lembab tampak pada tabel 5.1 menunjukkan bahwa hasil kadar lembab granul berkisar diantara 2,55%-4,067%. Nilai kadar lembab pada F1 paling tinggi karena pada formula tersebut dilakukan pengeringan dengan suhu 40° dan waktu 35 menit dan disebabkan oleh sifat granul yang higroskopis mengakibatkan granul pada F1 lebih menyerap kelembaban udara dan masih

terdapat kadar air dalam granul. Sedangkan pada granul F6 memiliki kadar lembab yang paling bagus yang mana pada formula 6 merupakan granul yang mengalami pengeringan dengan suhu dan waktu yang paling tinggi, sehingga kadar air didalamnya juga semakin berkurang. Pada gambar histogram 5.2 dan 5.3 dapat diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pengeringan maka berbanding terbalik dengan kadar lembab granul, kadar lembab granul semakin berkurang.

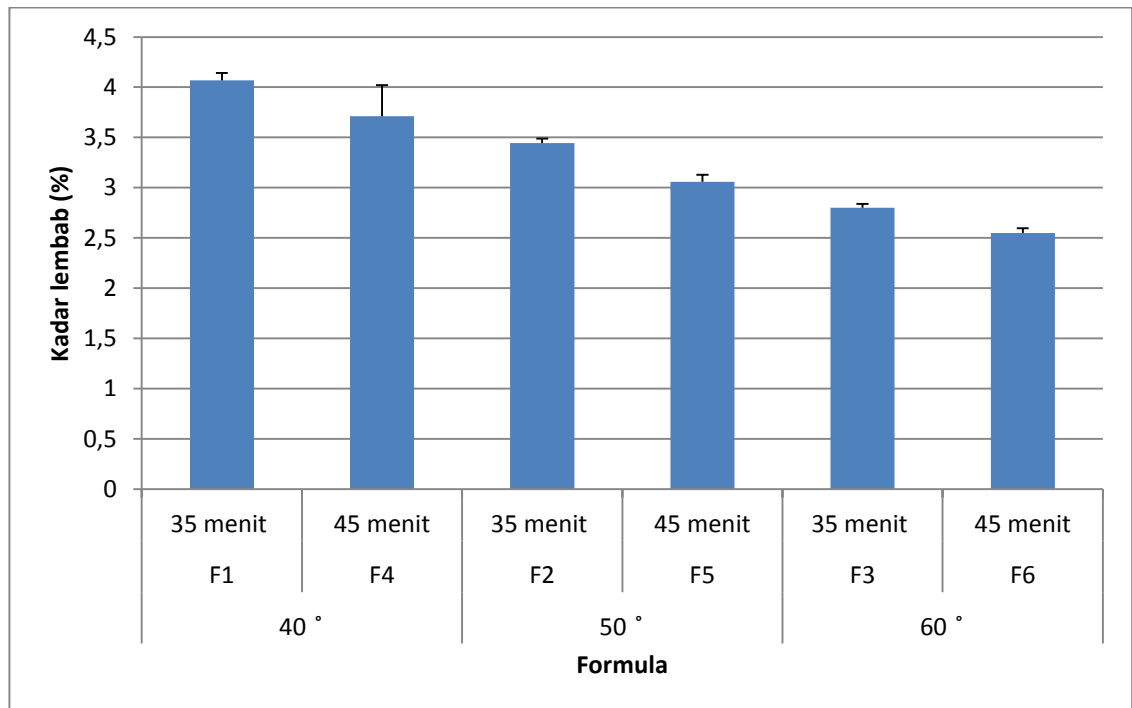
Dari hasil uji statistika untuk uji kelembapan granul dengan uji Shapiro-Wilk menginformasikan bahwa data hasil $p > 0,05$ maka kelembapan terdistribusi secara normal, sehingga dapat dilanjutkan uji homogenitas diperoleh hasil uji Levene menginformasikan bahwa data hasil uji kelembapan pada enam formula homogen $p > 0,05$. Hasil analisis one-way ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada hasil uji kelembapan $p < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa berbeda secara signifikan. Pada hasil uji lanjut menggunakan Tukey (Honestly Significant Difference) menurun signifikan. Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan signifikan pada pengaruh waktu pengeringan granul dilakukan uji *Independent T-test* yang menghasilkan $p < 0,05$, dari hasil tersebut dapat diperoleh bahwa H1 diterima karena terdapat perbedaan yang signifikan, sehingga variasi suhu dan waktu berpengaruh terhadap kadar lembab granul ekstrak daun kelor.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Kadar Lembab Granul.

Formula	Kadar lembab (%)
F1	4,067 $\pm$ 0,076
F2	3,443 $\pm$ 0,045
F3	2,800 $\pm$ 0,040
F4	3,713 $\pm$ 0,306
F5	3,057 $\pm$ 0,071
F6	2,550 $\pm$ 0,046



Gambar 5.2 Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Kadar Lembab Granul



Gambar 5.3 Pengaruh Waktu Pengeringan Pada Kadar Lembab Granul

5.2.2. Hasil Pemeriksaan Waktu alir

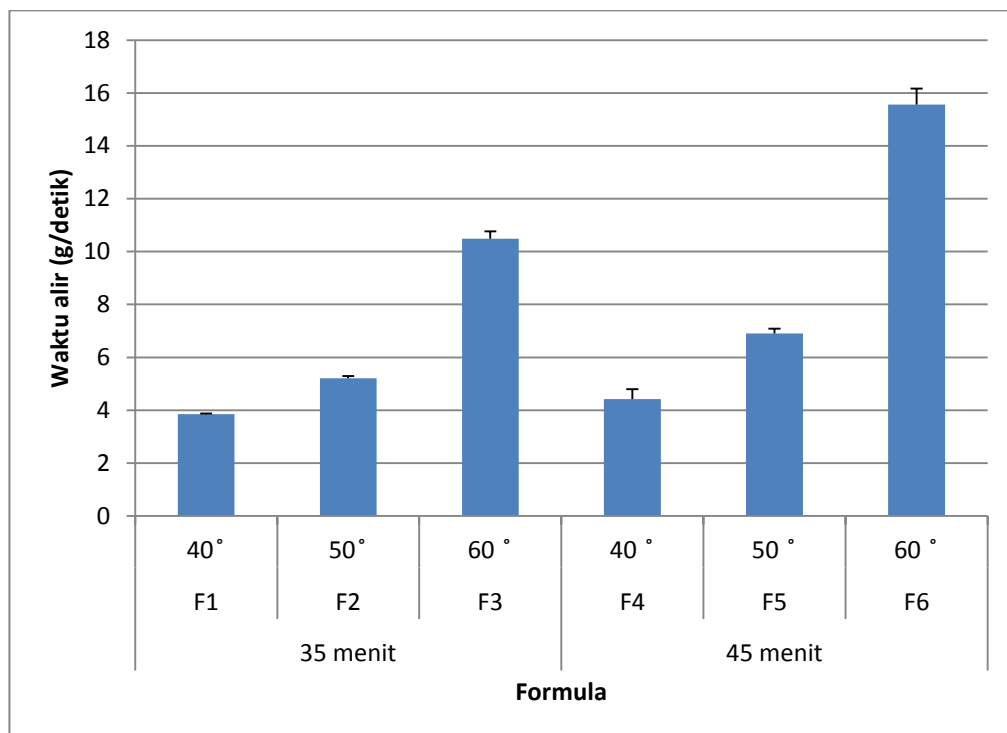
Hasil penentuan waktu alir tampak pada tabel 5.2 menunjukkan bahwa granul ekstrak daun kelor memiliki waktu alir berturut-turut 3,849, 5,209, 10,493, 4,426, 6,899, 15,559. Hasil uji waktu alir dianggap baik dengan syarat waktu alir > 10 gram/detik. Berdasarkan hasil tersebut hanya F3 dan F6 yang memenuhi syarat dalam uji waktu alir, sedangkan F1, F2, F4, F5 tidak memenuhi syarat uji waktu alir, karena pada formula tersebut pengeringan granul dalam suhu rendah dan disebabkan oleh granul bersifat higroskopis sehingga pada saat uji waktu alir granul menyerap udara sekitar dan mengakibatkan waktu alir granul buruk. Hal ini disebabkan oleh gaya kohesifitas granul lebih besar daripada gaya gravitasi granul sehingga granul lebih sukar mengalir. Waktu alir granul yang tidak

memenuhi syarat karena pengaruh rendahnya suhu dan waktu pengeringan disebabkan oleh tingginya kadar lembab granul sehingga granul yang dihasilkan tidak mudah mengalir. Sehingga ada F1, F2, F4, F5 memiliki waktu alir granul yang tidak memenuhi syarat, namun demikian pada granu; F3 dan F6 memiliki waktu alir yang memenuhi syarat karena menggunakan suhu dan waktu pengeringan paling tinggi. Pada gambar histogram 5.3 dapat dilihat bahwa F1-F3 dan F4-F6 meningkat maka, semakin tinggi suhu dan semakin lama pengeringan waktu alir akan semakin bagus.

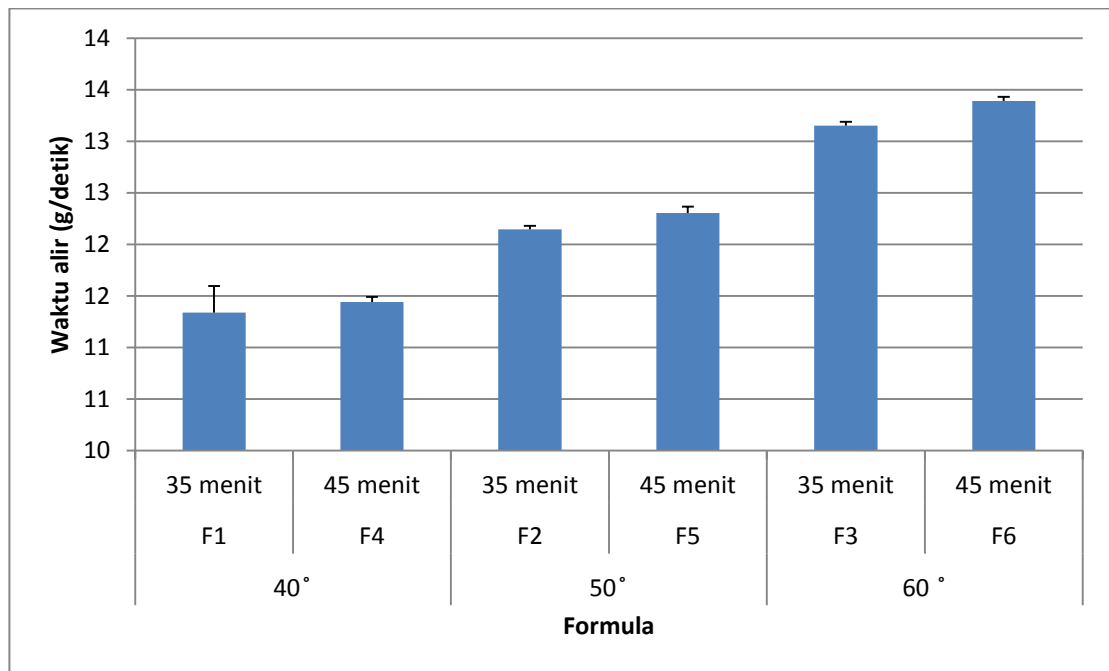
Berdasarkan hasil uji statistika untuk uji waktu alir granul dengan pengaruh suhu diperoleh bahwa data hasil uji Shapiro-Wilk menginformasikan data hasil waktu alir granul $p > 0,05$ terdistribusi secara normal, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas hasil uji waktu alir granul pada enam formula homogen $p > 0,05$. Hasil analisis one-way ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan hasil uji waktu alir $p < 0,05$. Pada uji lanjut Tukey HSD diperoleh data hasil uji waktu alir granul tablet ekstrak dan kelor berbeda signifikan pada tiap formula sehingga suhu pengeringan berpengaruh terhadap waktu alir granul. Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan signifikan pada waktu pengeringan granul dilakukan uji *Independent T-test* pada F1;F4, F2;F5, F3;F6 yang menghasilkan *Sig. 2-tailed* $< 0,05$ maka waktu pengeringan berpengaruh pada waktu alir granul.

Tabel 5.2 Hasil Uji Waktu Alir Granul

Formula	Waktu alir (g/detik)
F1	3.849± 0, 028
F2	5.209 ± 0, 082
F3	10.493 ± 0, 274
F4	4.426 ± 0, 370
F5	6.899 ± 0, 1905
F6	15.559± 0, 605



Gambar 5.4 Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Waktu Alir Granul



Gambar 5.5 Pengaruh Waktu Pengeringan Pada Waktu Alir Granul

5.3 Hasil evaluasi tablet

Hasil pencetakan tablet ekstrak daun kelor dari F1-F6 dapat dilihat pada gambar 5.6.



(F1)



(F2)



(F3)



(F4)



(F5)



(F6)

Gambar 5.6 Tablet Ekstrak Daun Kelor

Berdasarkan gambar di atas tampak bahwa zat warna tidak merata pada permukaan tablet. Hal ini disebabkan oleh pencampuran tidak merata, punch kotor, bahan aktif dan bahan tambahan memiliki warna yang berbeda sehingga terjadi migrasi zat warna yang tidak homogen, hasil reaksi antara komponen dalam formula atau ukuran granul tidak sesuai dengan bobot tablet peristiwa tersebut disebut dengan *molting*. Masalah lain yang terjadi pada waktu pencetakan tablet yaitu *chipping* atau rusaknya bagian tepi sehingga tablet tidak terbentuk dengan sempurna yang disebabkan oleh terjebaknya udara pada granul sehingga tertekan pada *die* selama pengempaan dan terjadi akibat pengeringan yang terlalu tinggi.

Peristiwa *molting* terjadi pada seluruh formula, sedangkan *chipping* paling banyak terjadi pada formula F6 yang menggunakan suhu paling tinggi dan waktu paling lama ketika pengeringan granul. Tablet yang dihasilkan kemudian dilakukan evaluasi mutu fisik tablet yang meliputi evaluasi kekerasan tablet, kerapuhan tablet, dan waktu hancur tablet.

5.3.1 Kekerasan tablet

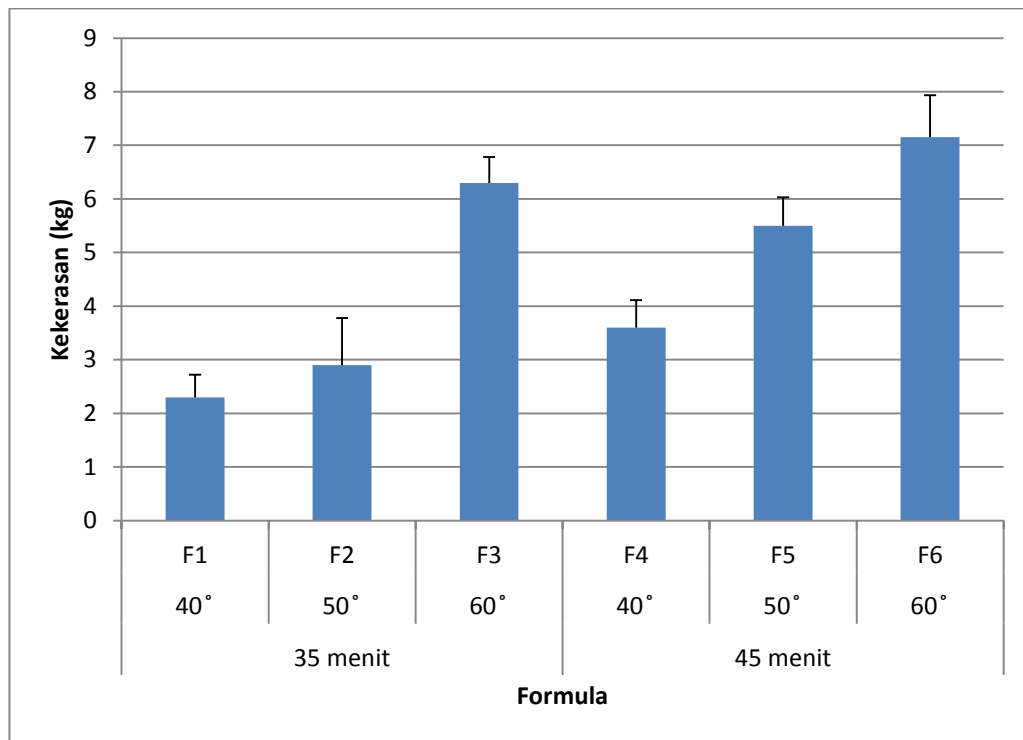
Hasil pengujian kekerasan tablet tampak pada tabel 5.3 yang menunjukkan bahwa kekerasan tablet pada formula F1-F6 berkisar di antara 2,3-7,15 kg. Nilai urutan kekerasan tablet dari yang paling rendah ke yang paling tinggi yaitu $F1 < F2 < F3 < F4 < F5 < F6$. Pada F6 memiliki kompressibilitas yang paling tinggi sehingga tablet yang dihasilkan memiliki kompaktibilitas yang bagus hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai kekerasan pada F6 yang paling tinggi. Tekanan kompresi dibuat sama pada masing-masing tablet namun, karena adanya perbedaan sifat alir dan kadar lembab granul pada tiap formula menghasilkan kekerasan yang bervariasi. Tingginya kekerasan pada F6 disebabkan pada suhu tinggi dan waktu yang lebih lama menghasilkan tablet yang lebih kering, sedangkan pada formula F1 memiliki kekerasan yang paling rendah karena memiliki kadar lembab yang paling tinggi sehingga tablet yang dihasilkan lebih lunak. Semakin kecil kadar lembab dalam tablet maka semakin kering tablet tersebut sehingga akan memiliki kekerasan yang baik. Hal ini diakibatkan oleh porositas pada tablet yang menggunakan suhu dan waktu pengeringan tinggi memiliki porositas lebih rendah sehingga ikatan antar partikel menjadi lebih kuat dan kekerasan lebih tinggi. Kekerasan tablet memiliki persyaratan berkisar di antara 4-8 kg.

Berdasarkan hasil uji statistika yang tampak pada lampiran 4 pada bagian C untuk uji kekerasan tablet dengan pengaruh suhu diperoleh data hasil uji Shapiro-Wilk menginformasikan bahwa data hasil uji kekerasan tablet $p > 0,05$ sehingga data terdistribusi secara normal, kemudian dapat dilanjutkan uji homogenitas varian diperoleh bahwa hasil uji Levene kekerasan pada enam

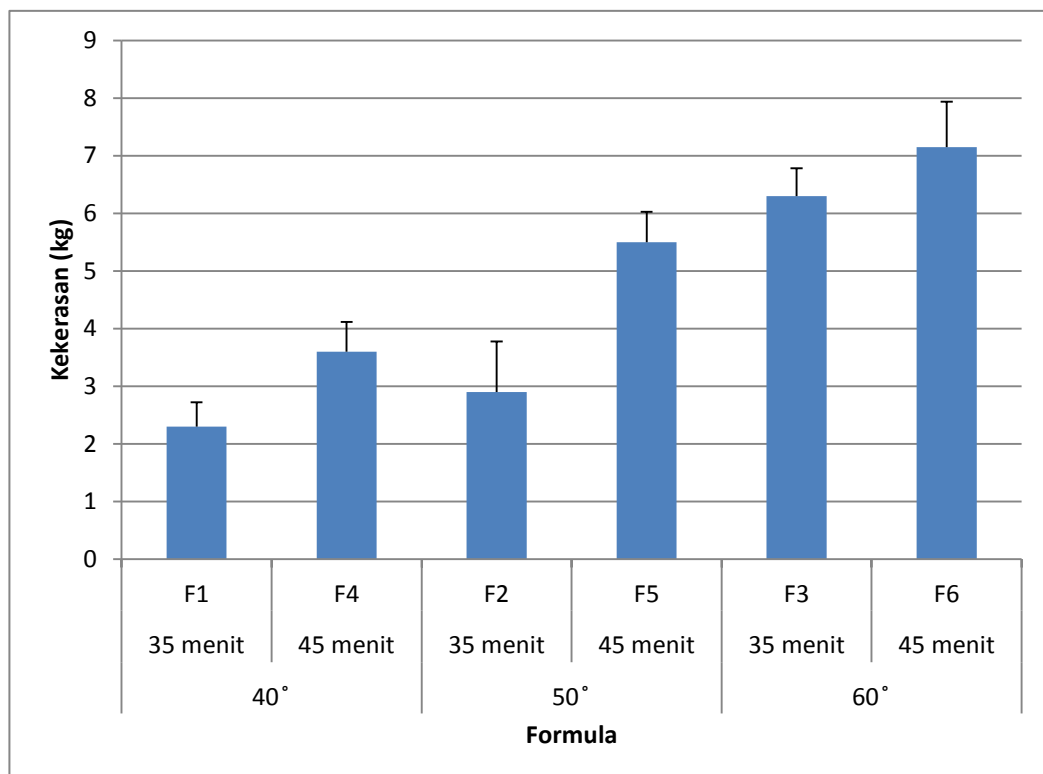
formula homogen $p > 0,05$. Hasil analisis one-way ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan hasil uji kekerasan tablet ekstrak daun kelor yang berasal dari enam formula $p < 0,05$ dari data tersebut diperoleh hasil bahwa terdapat peningkatan secara signifikan pada tablet ekstrak daun kelor dengan peningkatan suhu pengeringan pada uji kekerasan. Pada uji lanjut Tukey HSD diperoleh data yang berbeda signifikan pada F1-F3 dan F4-F6. Selanjutnya dilakukan uji *Independent Sampel T-test* pada F1;F4, F2;F5, F3;F6 untuk mengetahui pengaruh waktu pengeringan yang diperoleh data bahwa *sig 2-tailed* $< 0,05$ maka disimpulkan bahwa waktu pengeringan berpengaruh terhadap kekerasan tablet, dari hasil yang tampak pada gambar 5.7 semakin tinggi suhu pengeringan maka kekerasan tablet semakin naik. Pada hasil gambar 5.8 diperoleh bahwa semakin lama waktu pengeringan maka kekerasan tablet semakin naik

Tabel 5.3 Hasil Uji Kekerasan Tablet

Formula	kekerasan (kg)
F1	$2,3 \pm 0,422$
F2	$2,9 \pm 0,876$
F3	$6,3 \pm 0,483$
F4	$3,6 \pm 0,516$
F5	$5,5 \pm 0,527$
F6	$7,15 \pm 0,784$



Gambar 5.7 Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Kekerasan Tablet



Gambar 5.8 Pengaruh Waktu Pengeringan Pada Kekerasan Tablet

5.3.2 Kerapuhan

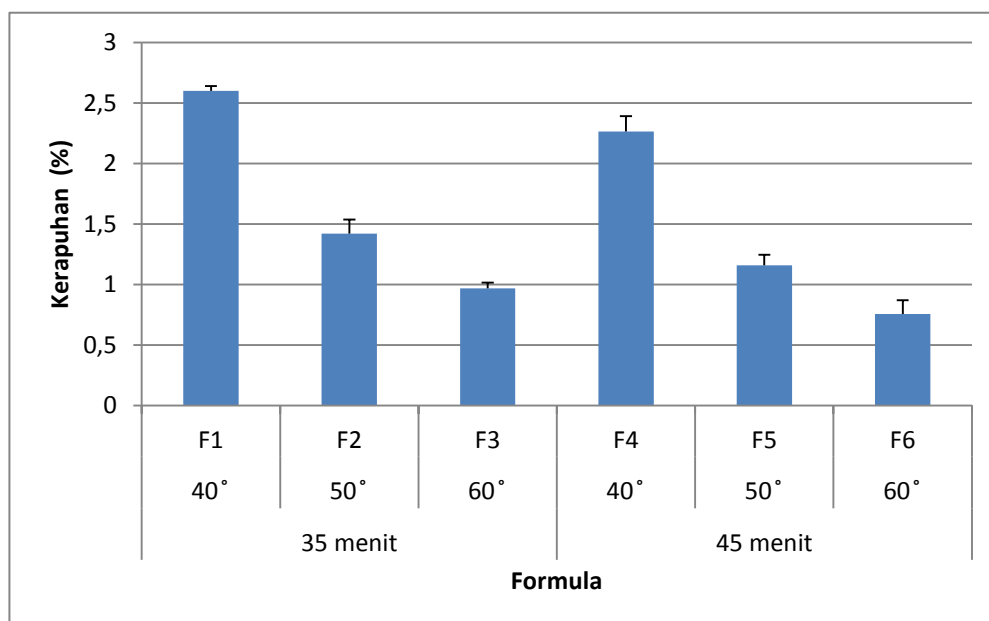
Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan kerapuhan tablet dapat dipengaruhi oleh suhu dan waktu pengeringan, semakin tinggi suhu dan waktu pengeringan maka semakin bagus kerapuhan dari suatu tablet. Hasil pengujian kerapuhan tablet pada masing-masing formula diperoleh 2,6%, 1,420%, 0,967%, 2,264%, 1,157%, 0,756%, dari hasil data tersebut dapat diperoleh bahwa kerapuhan dari enam formula hanya 2 formula yang memiliki kerapuhan kurang dari 1% yaitu pada F3 dan F6 sedangkan pada F1, F2, F4, F5 memiliki kerapuhan yang tidak memenuhi syarat. Kerapuhan tablet juga dipengaruhi oleh kekerasan tablet, tablet yang memiliki kekerasan yang baik maka akan menghasilkan kerapuhan yang baik pula. Kerapuhan tablet dipengaruhi oleh kadar lembab tablet, tablet yang memiliki kadar lembab yang paling tinggi mengakibatkan tablet bersifat rapuh dan lembab.

Dari hasil uji statistika untuk uji kerapuhan tablet dengan pengaruh suhu pengeringan yang tampak pada lampiran 4 pada bagian D diperoleh data hasil uji Shapiro-Wilk menginformasikan bahwa data hasil uji kerapuhan $p > 0,05$ terdistribusi secara normal, sehingga dapat dilanjutkan uji homogenitas varian diperoleh hasil uji Levene menginformasikan bahwa data hasil uji kerapuhan dari enam formula homogen $p > 0,05$. Hasil analisis *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan hasil uji kerapuhan yang berasal dari enam formula $p < 0,05$, sehingga diperoleh bahwa uji kerapuhan berbeda signifikan. Pada uji lanjut Tukey HSD diperoleh data bahwa pada F1-F3 dan F4-F6 memiliki perbedaan secara signifikan. Selanjutnya, untuk mengetahui pengaruh waktu

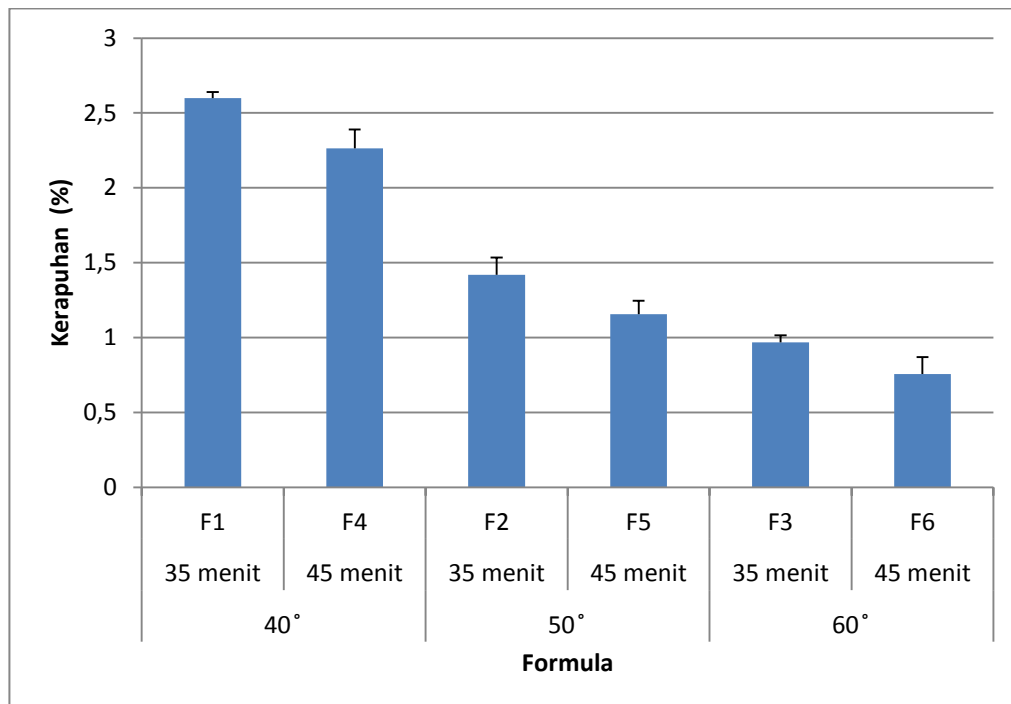
pengeringan dilakukan uji *Independent Sampel T-test* pada F1;F4, F2;F5, F3;F6 yang diperoleh *sig 2-tailed* < 0,05 maka disimpulkan bahwa waktu pengeringan berpengaruh terhadap kerapuhan tablet, dari hasil yang tampak pada gambar 5.9 dan 5.10 semakin lama suhu dan waktu pengeringan maka kerapuhan tablet semakin turun.

Tabel 5.4 Hasil Uji Kerapuhan Tablet

Formula	Kerapuhan (%)
F1	2,600 ± 0,040
F2	1,420± 0,115
F3	0,967 ± 0,047
F4	2,264 ± 0,125
F5	1,157 ± 0,089
F6	0,756 ± 0,114



Gambar 5.9 Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Kerapuhan Tablet



Gambar 5.10 Pengaruh Waktu Pada Kerapuhan Tablet

5.3.4 Waktu Hancur

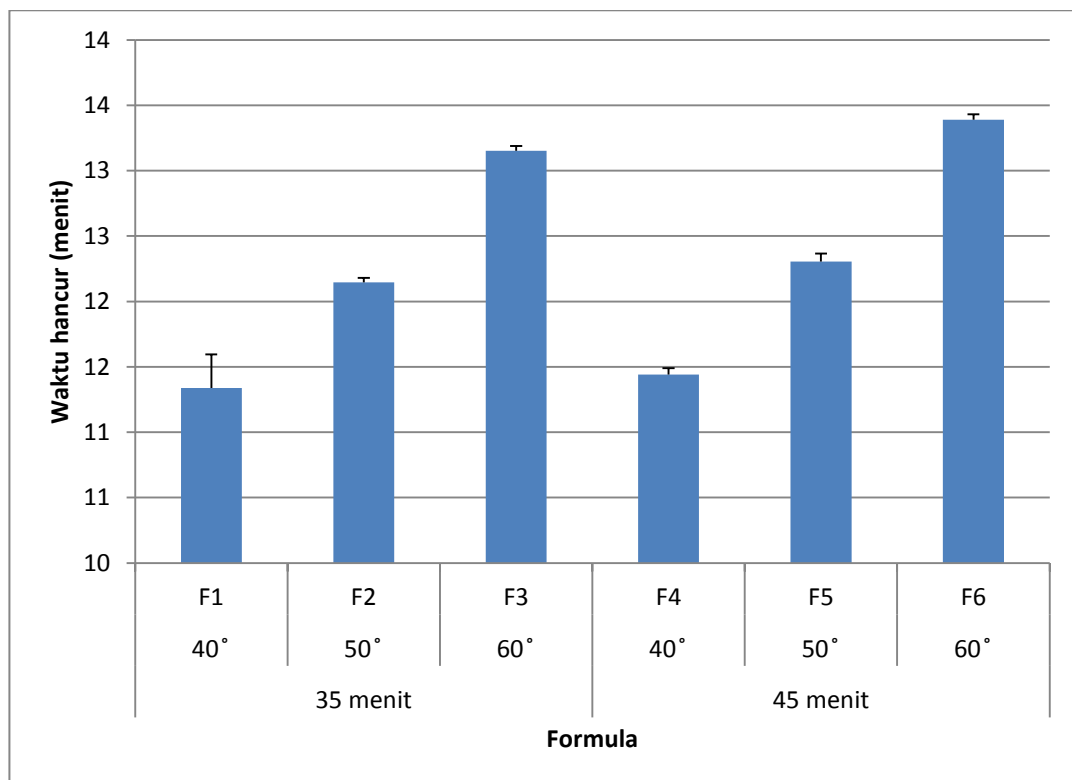
Hasil pemeriksaan waktu hancur pada penelitian ini telah memenuhi syarat yang ada pada Farmakope Indonesia VI, yaitu tidak melebihi 15 menit. Hasil rata-rata pengujian waktu hancur masing-masing yaitu 11.337 menit, 12.145 menit, 13.152 menit, 11.44 menit, 12.305 menit, 13.39 menit, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil uji waktu hancur terhadap tablet ekstrak daun kelor telah memenuhi syarat yang ada dalam Farmakope Indonesia VI. Adanya perbedaan waktu hancur pada setiap formula disebabkan oleh adanya peningkatan suhu dan waktu pengeringan FBD yang menyebabkan pori-pori granul semakin kecil, porositasnya semakin kecil dan ikatan antar partikel penyusun tablet semakin kuat kemudian tablet yang dihasilkan semakin keras sehingga memiliki hasil waktu hancur yang semakin lama. Serbuk ekstrak daun kelor bersifat

higroskopis yang mana dapat menyerab udara lembab sekitar sehingga ikatan partikel pada tablet semakin kuat. Selain itu waktu hancur dipengaruhi oleh kekuatan pengempaan yang mempengaruhi kekerasan tablet yang dihasilkan dimana semakin tinggi kekerasan tablet maka ikatan antar partikel tablet semakin kuat sehingga menyebabkan hambatan pada laju penetrasi air kedalam tablet dan menghasilkan waktu hancur yang semakin lama.

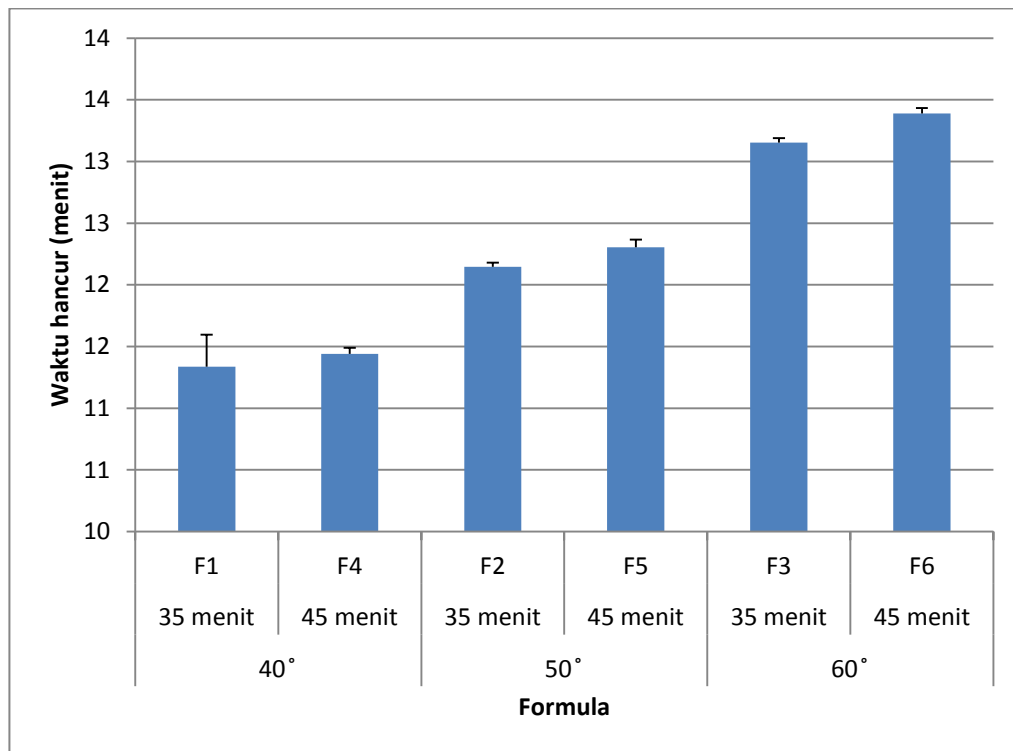
Berdasarkan hasil uji statistika tampak pada lampiran 4 pada bagian E dengan menggunakan aplikasi SPSS untuk uji waktu hancur tablet dengan pengaruh suhu pengeringan diperoleh data hasil uji Shapiro-Wilk menginformasikan bahwa data hasil uji waktu hancur $p > 0,05$ terdistribusi secara normal, sehingga dapat dilanjutkan uji homogenitas varian diperoleh hasil uji Levene menginformasikan baha varians data hasil uji waktu hancur dari enam formula homogen $p > 0,05$. Hasil analisis *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan hasil uji waktu hancur yang berasal dari enam formula $p < 0,05$. Pada uji lanjut Tukey HSD diperoleh data pada sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka waktu hancur akan semakin lama. Untuk mengetahui pengaruh waktu pengeringan dilakukan uji *Independent Sampel T-test* pada F1;F4, F2;F5, F3;F6 yang diperoleh *sig 2-tailed* $< 0,05$ maka disimpulkan bahwa waktu pengeringan berpengaruh terhadap kekerasan tablet, dari hasil yang tampak pada gambar 5.11 semakin tinggi suhu pengeringan maka waktu hancur tablet semakin naik dan pada gambar 5.12 diperoleh bahwa semakin lama waktu pengeringan maka waktu hancur tablet semakin naik

Tabel 5.8 Hasil uji waktu hancur

Formula	Waktu hancur (menit)
F1	$11.337 \pm 0,258$
F2	$12.145 \pm 0,035$
F3	$13.152 \pm 0,037$
F4	$11.44 \pm 0,05$
F5	$12.305 \pm 0,061$
F6	$13.39 \pm 0,042$



Gambar 5.11 Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Waktu Hancur Tablet



Gambar 5.12 Pengaruh Waktu Pengeringan Pada Waktu Hancur Tablet

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Berdasarkan uji sifat fisik granul diperoleh bahwa suhu dan waktu pengeringan berpengaruh terhadap sifat fisik-mekanik granul ekstrak daun kelor.

A. Uji kadar lembab granul menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan dapat menurunkan kadar lembab granul dan semakin lama waktu pengeringan juga menurunkan kadar lembab granul.

B. Pada uji waktu alir granul menunjukkan bahwa semakin rendah suhu pengeringan maka waktu alir semakin turun dan apabila waktu pengeringan semakin menurun maka dapat menurunkan waktu alir granul.

2. Berdasarkan hasil evaluasi tablet menunjukkan bahwa sifat fisik-disintegran tablet:

A. Pada uji kekerasan tablet ekstrak daun kelor menunjukkan bahwa dengan semakin naik suhu dan lama pengeringan granul maka dihasilkan tablet dengan kekerasan yang meningkatkan pula.

~~B.~~ Kerapuhan tablet ekstrak daun kelor menunjukkan semakin turun dengan meningkatnya suhu dan waktu pengeringan.

C. Waktu hancur tablet semakin naik dengan semakin bertambahnya suhu dan waktu pengeringan granul.

7.2 SARAN

Berdasarkan dari hasil uji pemeriksaan sifat-sifat fisik- mekanik granul dan tablet ekstrak daun kelor, penulis mempunyai sarah bahwa :

1. Dilakukan penelitian tentang uji disolusi tablet untuk mengetahui kelarutan tablet dalam tubuh
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode lain.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh formulasi tablet ekstrak daun kelor terhadap khasiatnya sebagai immunomodulator

DAFTAR PUSTAKA

- Alethea, T., & Ramadhian, M. R. (2015). Efek Antidiabetik Pada Daun Kelor. *Jurnal Majority*, Vol 4(No 9), Hal 118-122.
- Azad, A. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Sharma, S. C., & Islam, R. (2015). Prospect Of Moringa Seed Oil As A Sustainable Biodiesel Fuel In Australia: A Review. *Procedia Engineering*, 105(Icte 2014), 601–606. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.05.037>
- Banji, O. J. F., Banji, D., & Kavitha, R. (2012). Immunomodulatory Effects Of Alcoholic And Hydroalcoholic Extracts Of Moringa Oleifera Lam Leaves. *Indian Journal Of Experimental Biology*, 50(4), 270–276.
- Berawi, K. N., Wahyudo, R., & Pratama, A. A. (2019). Potensi Terapi Moringa Oleifera (Kelor) Pada Penyakit Degeneratif Therapeutic Potentials Of Moringa Oleifera (Kelor) In Degenerative Disease. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 3, 210–214.
- Borzaga, C., Galera, G., C., F., E., S., J., H., S., B., C.S., D., Ho, W. H., Chang, C. S., Shih, Y. L., Liang, R. Da, Yang, C.-L., Van De Vrande, V., De Jong, J. P. J., Vanhaverbeke, W., De Rochemont, M., Lambru, M., Petrescu, C., Quinn, J. J., ... Schmukler, S. L. (2014). In *Mckinsey Quarterly* (Vol. 2, Nomor 1).
- Desai, P. M., Liew, C. V., & Heng, P. W. S. (2016). Review Of Disintegrants And The Disintegration Phenomena. *Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 105(9), 2545–2555. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2015.12.019>
- Fathir, A., Rifa'i, M., & Widodo. (2014). Aktivitas Ekstrak Daun Kelor Terhadap Sel-T Helper Dan Sel-T Sitotoksik Pada Mencit Yang Diinfeksi Salmonella Thypi. 15(1), 114–122.
- Hidayah, N. (2016). Formulasi Tablet Ekstrak Daun Maja (Aeglemarmelos L. Correa) Dengan Metode Granulasi Basah. *Journal Of Pharmaceutical And Herbal Technology*, 1(1), 36–40.
- Iskandar, B., & Susanti, I. (2019). Uji Sifat Fisik Tablet Salut Enterik Kalium Diklofenak. 8(September).

- Kalalo, T., Yamlean, P. V. Y., & Citraningtyas, G. (2019). Pengaruh Penggunaan Pati Kulit Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr.) Sebagai Bahan Pengikat Pada Granul Ctm. *Pharmacon*, 8(1), 203–213. <https://doi.org/10.35799/Pha.8.2019.23468>
- Khan, W., Parveen, R., Chester, K., Parveen, S., & Ahmad, S. (2017). Hypoglycemic Potential Of Aqueous Extract Of *Moringa Oleifera* Leaf And In Vivo GC-MS Metabolomics. *Frontiers In Pharmacology*, 8(SEP), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00577>
- Kiswandono, A. A. (2017). Skrining Senyawa Kimia Dan Pengaruh Metode Maserasi Dan Refluks Pada Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lamk) Terhadap Rendemen Ekstrak Yang Dihasilkan. *Jurnal Sains Natural*, 1(2), 126. <https://doi.org/10.31938/Jsnn.V1i2.21>
- Kurniati, D. E., Ardana, M., & Rusli, R. (2017). *Formulasi Sediaan Tablet Parasetamol Dengan Pati Buah Sukun (Artocarpus Communis) Sebagai Pengisi*. April, 23–24. <https://doi.org/10.25026/Mpc.V5i1.224>
- Lauri, D., Kamyar, R., Hashemian, N., Mehdizadeh, H., & Moshghbar, M. (2017). Moisture Soft Sensor For Batch *Fluid Bed Dryer*; A Practical Approach. *Powder Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.11.056>
- Lestari, Y. D. (2018). Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) Terhadap Apoptosis Sel Granulosa Pada Mencit (*Mus Musculus*) Model Endometriosis. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.20473/Jbp.V20i1.2018.1-8>
- Loyd V. Allen, Jr, P., & Howard C. Ansel, P. (2017). Pharmaceutical Dosage Forms And Drug Delivery System. In *BMC Public Health* (Vol. 5, Nomor 1). <https://ejournal.poltektegal.ac.id/>
- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Program Studi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar*, VII(2), 361–367.
- Nfambi, J., Bbosa, G. S., Sembajwe, L. F., Gakunga, J., & Kasolo, J. N. (2015). Immunomodulatory Activity Of Methanolic Leaf Extract Of *Moringa Oleifera* In Wistar Albino Rats. *Journal Of Basic And Clinical Physiology*

- And Pharmacology*, 26(6), 603–611. <https://doi.org/10.1515/Jbcpp-2014-0104>
- Nitbani, H., Maheshwari, H., & ... (2019). Uji Potensi Faloak Pada Kondisi Imunosupresif. *Jurnal Veteriner* ..., 2(2). <http://ejurnal.undana.ac.id/jvn/article/view/1844>
- Nurjanatun, & Balfas, R. F. (2019). *Uji Kompresibilitas Granul Pati Talas Dengan Metode Granulasi Basah 1,2. 01(1)*, 23–27.
- Optimation, T. H. E., Temperature, O. F., Of, T., Granule, D., Pollen, B. E. E., & Chewable, I. N. (2014). *Granul Tablet Kunyah Bee Pollen The Optimization Of Temperature And Time Of*.
- Puspitaningrum, I., Franyoto, Y. D., & Munisih, S. (2018). Aktivitas Imunomodulator Fraksi Etil Asetat Daun Som Jawa (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn) Terhadap Respon Imun Spesifik. *JIFFK: Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 15(2), 48. <https://doi.org/10.31942/jiffk.v15i2.2566>
- Putra, B., Azizah, R. N., & Nopriyanti, E. M. (2020). Efek Imunomodulator Ekstrak Etanol Herba Krokot (*Portulaca oleracea* L.) Terhadap Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Jantan Dengan Parameter Delayed Type Hypersensitivity (DTH). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal Of Pharmacy) (E-Journal)*, 6(1), 20–25. <https://doi.org/10.22487/J24428744.2020.V6.I1.14106>
- Raihan, & Prasetyani, R. (2016). Analisis Perbandingan Penggunaan Mesin Oven Dan FBD Untuk Pengeringan Granul Pad Proses Pembuatan Obat. *Jurnal Teknik Industri*, 2, 9–17.
- Risna Rianto, W., Sumarjan, S., & Santoso, B. B. (2020). Karakter Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Aksesori Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 6(1), 116. <https://doi.org/10.29303/jstl.v6i1.158>
- Sandi, A., Sangadji, M. N., & Samudin, S. (2019). Morfologi Dan Anatomi Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) Pada Berbagai Ketinggian Tempat Tumbuh. *Agrotekbis*, 7(1), 28–36.

- Sari, D. I., Yazin, A. Ha., Anovia, R. A., & Ismayani, U. (2015). Peningkatan Sistem Imun Oleh Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Awar – Awar (*Ficus Septica* Burm . F) Dan Kemoterapi Kanker Pada Tikus Putih Betina Galur Awar-Awar (*Ficus Septica* Burm . F) Leaf Ethanol Extract And Moringa (*Moringa Oleifera*) Leaf Ethanol E. *Fakultas Farmasi Univesitas Ahmad Dahlan*, 147–152.
- Soemarie, Y. B., Sa'adah, H., & Ningsih, T. M. (2017). Uji Mutu Fisik Granul Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum Americanum* L .) Dengan Variasi Konsentrasi Explotab. *Jurnalilmiahmauntung*, 3(1), 64–71.
- Subryana, N., Wardiyanto, W., & Susanti, O. (2020). Penggunaan Ekstrak Daun Kelor *Moringa Oleifera* (Lam, 1785) Untuk Meningkatkan Imunitas Non Spesifik Benih Ikan Nila *Oreochromis Niloticus* (Linnaeus, 1758) Yang Diinfeksi *Aeromonas Hydrophila*. *Journal Of Aquaculture And Fish Health*, 9(3), 194. <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i3.16321>
- Sukoco, A. S. (2017). *Pengaruh Kadar HPMC 2910 3cps Terhadap Mutu Fisik Tablet Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera Lam)*. <http://eprints.umm.ac.id/42790/>
- Sulistiyawati, R., & Pratiwi, P. Y. (2016). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Terhadap Aktivitas Analgesik Dan Antiinflamasi Melalui Ekspresi Enzim Siklooksigenase. *Pharmaciana*, 6(1), 31–38. <https://doi.org/10.12928/Pharmaciana.V6i1.3043>
- Syofyan, S., Yanuarto, T., & Octavia, M. D. (2015). Pengaruh Kombinasi Magnesium Stearat Dan Talkum Sebagai Lubrikan Terhadap Profil Disolusi Tablet Ibuprofen. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 1(2), 195. <https://doi.org/10.29208/jsfk.2015.1.2.35>
- Tovey, G. D. (2018). *Pharmaceutical Formulation The Science And Technology Of Dosage Forms*. <https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-1-84973-941-2>
- Wang, Y., Wang, X., Huang, J., & Li, J. (2016). Adjuvant Effect Of Quillaja Saponaria Saponin (QSS) On Protective Efficacy And Igm Generation In Turbot (*Scophthalmus Maximus*) Upon Immersion Vaccination.

International Journal Of Molecular Sciences, 17(3).

<https://doi.org/10.3390/Ijms17030325>

Zaman, N. N., & Sopyan, I. (2020). Metode Pembuatan Dan Kerusakan Fisik Sediaan Tablet. *Majalah Farmasetika*, 5(2), 82–93.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat Analisis Ekstrak Daun kelor



BOROBUDUR
NATURAL HERBAL INDUSTRY

BOROBUDUR INDUSTRI JAMU, PT.
Head Office :
Jl. Madukoro Blok A/26 Semarang 50141
T. +62-24-7606888 F. +62-24-7605553
E-mail : office@borobudurherbal.com





www.borobudurherbal.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS DRY EXTRACT

MANUFACTURING DATA		GENERAL DATA	
Product Name	Moringa P.E	Plant Species	Moringa oleifera
Local Name	Kelor	Botanical part used	Leaves
Batch Number	255PS01.3	Ratio Botanical Extract	10 : 1
Manufacture Date	January 4, 2019	Excipients	Maltodextrin
Testing Date	July 8, 2020	Preservatives	N/A
Expire Date	January 4, 2023	Extraction Solvent	Ethanol 70%
Shelf Life	4 years	Storage	store in cool and dry place, keep away from strong light and heat

ITEM	SPECIFICATION	TEST RESULT	TEST METHOD
IDENTIFICATION TEST			
Appearance	Granule	Complies	Visual
Color	Brown	Complies	Visual
Odor	Aromatic	Complies	Organoleptic
Taste	Bitter	Complies	Organoleptic
Mesh Size	70 % pass mesh 12	Complies	12 mesh screen
Loss On Drying	5.0 % max	3.76 %	2g/105°C/15 minutes
HEAVY METALS			
Arsenic (As)	5 ppm max	Complies	AAS
Lead (Pb)	10 ppm max	Complies	AAS
MICROBIOLOGICAL TEST			
Total Plate Count	Not more than 1000 cfu/gram	< 100 cfu/gram	Dilution Plating
Fungi/Yeast and molds	Not more than 100 cfu/gram	< 100 cfu/gram	Dilution Plating
E. coli	Should be absent	Complies	MPN Method
Salmonella	Should be absent	Complies	Dilution Plating
S. aureus	Should be absent	Complies	Dilution Plating
P. aeruginosa	Should be absent	Complies	Dilution Plating

REMARKS : COMPLIES WITH THE SPECIFICATION

Semarang, January 28, 2021

Quality Assurance

Lusiana Sugiarto, Apt


 Operational Manager
 Joko Kawiyo, MM, Apt

FACTORY : Jl. Hutan Raya No.1 Semarang 50176 - Indonesia. Tel +62-24-3510785, Fax +62-24-3541332, E-mail : factory@borobudurherbal.com
 BOROBUDUR EXTRACTION CENTER (BEC) : Jl. Walisongo KM.10 Semarang - Indonesia. Tel +62-24-8664261, Fax +62-24-8664303, E-mail : extraction.bec@gmail.com

Branch Offices :

JAKARTA : Jl. Tomang Tinggi Raya 11, Jakarta Barat 11440 T. +62-21-5696855 (Hunting); F. +62-21-5671767
TANGERANG : Jl. Suka Bakti IV No. 62-64 RT.03 RW.10, Kel. Sukasari Tangerang 15118 Banten T./ F. +62-21-5522889
SEKANG : Perumahan Highland, Cluster Hutan Talap 2 Blok 17 Serang Timur T. +62 815 8719 803 T/ F. +62-21-5522889
BEKASI : Ruko Kalimantang Square Unit U, Jl. KH Noer Ali Bekasi, Bekasi Selatan T./ F. +62-21-88961634
BOGOR : Jl. Paledang No. 47, Bogor 16122 T. +62-251-8333707 F. +62-251-8339658
BANDUNG : Jl. Cicukang Hots Komp. Prapanca Kav. G-14, Bandung 40214 T. +62-22-6041413 F. +62-22-6004601
MEDAN : Jl. Binjai KM 8,5 Poser 5 KBN (J. Mawar No 19) Kel. Lalang Kec. Medan Sunggal, Medan T./F. +62-61-8473456
SURABAYA : Jl. Kallanak Barat 49 Kav.25, Surabaya 60193 T. +62-31-7490909 (Hunting) 7491374-75 F. +62-31-7490562
MALANG : Jl. Tenaga Baru II No.2 Kec. Blimbing - Malang T./F. +62-341-2990277
DENGKAR : Jl. Hangia Utara No. 293, Dempasar 80239 - Bali T./F. +62-361-422252
LOMBOK : Perumahan Babakan Indah, Jl. Asia 1 No.7 Cakranegara - Lombok T. +62 818 0562 0590, +62 813 5349 9710



BOROBUDUR
NATURAL HERBAL INDUSTRY

BOROBUDUR INDUSTRI JAMU, PT.
Head Office :
Jl. Madukoro Blok A/26 Semarang 50141
T. +62-24-7606888 F. +62-24-7605553
E-mail : office@borobudurherbal.com





www.borobudurherbal.com

SAFETY DATA SHEET

1. Identification

Identification of Product

Product Name : Moringa P.E
Local Name : Kelor
Plant species : *Moringa oleifera*
Indication : Increase the immune system

Identification of Company

Company Name : Borobudur Natural Herbal Industry
Semarang – Indonesia
Emergency Telephone : +62 24 3510 785

2. Hazards Identification

This Product is not considered to be hazardous

3. Information of Ingredients

Moringa Folium Extract
Maltodextrine

4. First Aid Measures

Inhalation : Remove individual to fresh air
Skin Contact : Flush skin with water. Call a physician if irritation develops
Eye Contact : Flush eye with water. Call a physician if irritation develops

5. Fire Fighting Measures

Extinguishing media : Carbon dioxide, dry chemicals, foam, and water spray

6. Accidental Release Measures

Personal precautions : Use personal protective equipment
Environmental precautions : No special environmental precautions required
Methods for cleaning up : Sweep up and flush with water

7. Handling and storage

Store in sealed containers under normal cool, dry warehouse conditions.

8. Exposure Control / Personal Protection

Personal protection : None under normal conditions
Respiratory protection : Not applicable
Eye protection : Safety glasses may be desirable when dumping bags
Hand protection : Heat protection above 45° C

FACTORY : Jl. Hasanudin No.1 Semarang 50176 - Indonesia. Tel +62-24-3510785, Fax +62-24-3541332, E-mail : factory@borobudurherbal.com
BOROBUDUR EXTRACTION CENTER (BEC) : Jl. Wallsongo KM.10 Semarang - Indonesia. Tel +62-24-8664261, Fax +62-24-8664303, E-mail : extraction.bec@gmail.com

Branch Offices :

JAKARTA : Jl. Tomang Tinggi Raya 11, Jakarta Barat 11440 T. +62-21-5696855 (Hunting); F. +62-21-5671767
TANGERANG : Jl. Suka Bakti IV No. 62-64 RT.03 RW.10, Kel. Sukasari Tangerang 15118 Banten T./ F. +62-21-5522889
SEMARANG : Perumahan Highland, Cluster Hoston 2 Blok 1/7 Sengeng Timur T. +62 815 8719 103 T./ F. +62-21-5522889
BEKASI : Ruko Kalimalang Square Unit U, Jl. KH Noer Ali Bekasi, Bekasi Selatan T./ F. +62-21-88961634
BOGOR : Jl. Paledang No. 47, Bogor 16122 T. +62-251-8333707 F. +62-251-8339658
BANDUNG : Jl. Cicurug Hills Komp. Prapanca Kiv. G-14, Bandung 40214 T. +62-22-6041413 F. +62-22-6004601
MEDAN : Jl. Binjai KM 8,5 Pasar 5 KBN (Jl. Mawar No 19) Kel. Lalang Kec. Medan Sunggal, Medan T./F. +62-61-8473456
SURABAYA : Jl. Kalianak Barat 49 Kav.25, Surabaya 60193 T. +62-31-7490909 (Hunting) 7491374-75 F. +62-31-7490562
MALANG : Jl. Tenaga Baru II No.2 Kec. Blimbing - Malang T./F. +62-341-2990277
DEPAKAR : Jl. Nangli Utara No. 293, Denpasar 80239 - Bali T./ F. +62-361-422252
LOMBOK : Perumahan Babakan Indah, Jl. Asla 1 No.7 Cakranegara - Lombok T. +62 818 0562 0590, +62 813 5349 9710



BOROBUDUR
NATURAL HERBAL INDUSTRY

BOROBUDUR INDUSTRI JAMU, PT.
Head Office :
Jl. Madukoro Blok A/26 Semarang 50141
T. +62-24-7606888 F. +62-24-7605553
E-mail : office@borobudurherbal.com





www.borobudurherbal.com

9. Physical and Chemical Properties

Physical Properties

Appearance	Granule
Color	Brown
Odor	Aromatic
Taste	Bitter
Mesh Size	70 % pass mesh 12
Loss on Drying	5 % max.

Chemical Properties

Heavy Metal:	
Arsenic (As)	5 ppm max
Lead (Pb)	10 ppm max

10. Stability and Reactivity

Stability and Reactivity Summary : Stable under normal conditions

11. Toxicological Data

Human experience : no toxic effect in normal use

12. Ecological Information

No significant environmental hazard or adverse effect from human exposure resulting from the accidental release of this material is anticipated

13. Disposal Advice

No special disposal method required, except that it be in accordance with current local authority regulations

14. Transport Information

Not applicable

15. Regulation Information

Labelling according to NADFC guidelines.
Observe the general safety regulations when handling chemicals

16. Further Information

This statements are based on our present knowledge and are meant to describe our product in regards to our safety regulations.
Therefore they are not meant to assure special characteristics. Existing laws and regulations have to be noticed by consignee himself. Since the conditions of use are beyond the control of our company, it is the responsibility of the user to determine the conditions of safe uses of this product. The information in this sheet does not represent analytical specifications, for which please refer to our technical data sheet.

FACTORY : Jl. Hasanudin No.1 Semarang 50176 - Indonesia. Tel +62-24-3510785, Fax +62-24-3541332, E-mail : factory@borobudurherbal.com
BOROBUDUR EXTRACTION CENTER (BEC) : Jl. Wallsongo KM.10 Semarang - Indonesia. Tel +62-24-8664261, Fax +62-24-8664303, E-mail : extraction.bec@gmail.com

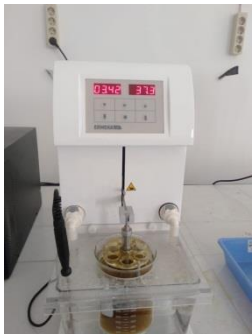
Branch Offices :

JAKARTA : Jl. Tomang Tinggi Raya 11, Jakarta Barat 11440 T. +62-21-56968655 (Hunting); F. +62-21-5671767
TANGERANG : Jl. Suka Bakti IV No. 62-64 RT.03 RW.10, Kel. Sukasari Tangerang 15118 Banten T./ F. +62-21-9522889
SEKANG : Perumahan Highland, Cluster Hoston Tship 2 Blok 1/9 Senging Timur T. +62 815 8719 103 T./ F. +62-21-9522889
BEKASI : Ruko Katimalang Square Unit U, Jl. KH Noer Ali Bekasi, Bekasi Selatan T./ F. +62-21-88961634
BOGOR : Jl. Paledang No. 47, Bogor 16122 T. +62-251-8333707 F. +62-251-8339658
BANDUNG : Jl. Cicurug Hollis Komp. Prapanca Kav. G-14, Bandung 40214 T. +62-22-6041413 F. +62-22-6004601
MEDAN : Jl. Binjai KM 8,5 Pasar 5 KBN (A Mawar No 19) Kel. Lalang Kec. Medan Sunggal, Medan T./F. +62-61-8473456
SURABAYA : Jl. Kalianak Barat 49 Kav.25, Surabaya 60193 T. +62-31-7490909 (Hunting) 7491374-75 F. +62-31-7490562
MALANG : Jl. Tenaga Baru II No.2 Kec. Blimbing - Malang T./F. +62-341-2990277
DENPASAR : Jl. Nangli Utara No. 393, Denpasar 80239 - Bali T./ F. +62-361-422352
LOMBOK : Perumahan Babakan Indah, Jl. Asia 1 No.7 Cakranegara - Lombok T. +62 818 0562 0900, +62 813 5349 9710

Lampian 2. Gambar Hasil

Hari/Tgl	Kegiatan	Hasil dan Foto*
Selasa 2/3/2021	Pembuatan Granul	1. Granul basah  2. Granul kering 
Selasa 2/3/2021	Evaluasi Granul : kelembapan	1. Kelembapan 

Rabu 3/3/2021	Evaluasi Granul : sifat alir	1. Waktu alir 
Jum'at 5/03/2021	Hasil pencetakan tablet	F1  F4  F2  F5  F3  F6 
Senin 08/03/2021	Evaluasi tablet : kekerasan	

Selasa 09 /03/2021	Evaluasi tablet : kerapuhan	
11/03/2021	Evaluasi tablet : waktu hancur	

Lampiran 3. Data Hasil Evaluasi

A. Kelembapan Granul

kelembapan (%)

F1	F2	F3	F4	F5	F6
4	3,4	2,77	3,68	2,89	2,5
4,05	3,49	2,8	3,72	3,07	2,56
4,15	3,44	2,85	3,74	3,12	2,59

B. Waktu Alir Granul

WaktuAlir (g/detik)

F1	F2	F3	F4	F5	F6
3,876	5,208	10,753	4,608	7,092	15,625
3,817	5,291	10,526	4,545	7,143	16,129
3,846	5,128	10,204	4,612	6,897	14,925

C. Kerapuhan

Kerapuhan (%)

F1	F2	F3	F4	F5	F6
2,56	1,54	0,93	2,31	1,10	0,64
2,6	1,31	0,95	2,36	1,11	0,75
2,64	1,41	1,02	2,12	1,21	0,87

D. Kekerasan

Kekerasan (kg)

F1	F2	F3	F4	F5	F6
2.5	4.5	6.0	3.5	5.0	8.5
2.5	4.5	6.0	3.5	5.0	6.5
2.0	5.0	6.0	3.0	6.0	6.0
2.0	2.5	6.5	4.0	5.5	7.5
2.5	3.5	6.5	3.0	5.5	7.5
3.0	4.0	5.5	3.0	5.5	7.5
2.5	2.5	7.0	4.0	5.0	7.0
2.0	4.5	6.5	4.0	6.5	7.5
2.5	4.5	6.0	4.5	6.0	7.5
1.5	3.5	7.0	3.5	5.0	6.0

E. Waktu hancur

Waktu Hancur (menit)

F1	F2	F3	F4	F5	F6
11.3	12.18	13.16	11.43	12.38	13.45
11.36	12.15	13.10	11.44	12.22	13.35
11.32	12.10	13.12	11.38	12.33	13.38
11.34	12.12	13.20	11.52	12.25	13.34
11.37	12.19	13.15	11.47	12.30	13.42
11.33	12.13	13.18	11.40	12.35	13.40

Lampiran 4 Hasil Analisis Data

A. Analisis Statitik Kadar Lembab

a. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F1-F3)

Tests of Normality

suhu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar lembab F1	.253	3	.	.964	3	.637
F2	.196	3	.	.996	3	.878
F3	.232	3	.	.980	3	.726

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

kadar lembab

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.909	2	6	.452

ANOVA

kadar lembab					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.381	2	1.191	376.025	.000
Within Groups	.019	6	.003		
Total	2.400	8			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
kadar lembab * suhu	.996	.992

kadar lembab

Tukey HSD

Suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F3	3	2.8067		
F2	3		3.4433	
F1	3			4.0667
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

kadar lembab

Suhu	Mean	N	Std. Deviation
F1	4.0667	3	.07638
F2	3.4433	3	.04509
F3	2.8067	3	.04041
Total	3.4389	9	.54778

b. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F4-F6)

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar lembab	F4	.253	3	.	.964	3	.637
	F5	.307	3	.	.904	3	.398
	F6	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

kadar lembab

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.385	2	6	.067

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kadar lembab * suhu	Between Groups (Combined)	2.052	2	1.026	174.232	.000
	Within Groups	.035	6	.006		
	Total	2.087	8			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
kadar lembab * suhu	.992	.983

kadar lembab

Tukey HSD

Suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F6	3	2.5500		
F5	3		3.0267	
F4	3			3.7133
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Report

kadar lembab

suhu	Mean	N	Std. Deviation
F4	3.7133	3	.03055
F5	3.0267	3	.12097
F6	2.5500	3	.04583
Total	3.0967	9	.51081

Test of Homogeneity of Variances

kadar lemab

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.387	1	4	.197

c. Analisis Independent T- test Pengaruh Waktu Pengeringan (F1;F4)

Tests of Normality

Formu la	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar lemab F1	.253	3	.	.964	3	.637
F4	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

kadar lemab

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.387	1	4	.197

Independent Samples Test

		F	Sig.	t-test for Equality of Means						
				t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
kadar lemab	Equal variances assumed	8.724	.042	2.819	4	.048	.56000	.19863	.00850	1.11150
	Equal variances not assumed			2.819	2.207	.095	.56000	.19863	-.22231	1.34231

d. Analisis Independent T- test Pengaruh Waktu Pengeringan (F2; F5)

Test of Homogeneity of Variances

kadar lemab

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
---------------------	-----	-----	------

Test of Homogeneity of Variances

kadar lemab

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.909	1	4	.119

Tests of Normality

Formu la	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar lemab F2	.196	3	.	.996	3	.878
F5	.307	3	.	.904	3	.398

a. Lilliefors Significance Correction

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Differ ence	Std. Error Differ ence	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lo wer	Upper
kadar lemab	Equal variances assumed	3.909	.119	5.590	4	.005	.4166 7	.07454	.20 972	.62361
	Equal variances not assumed			5.590	2.54 5	.017	.4166 7	.07454	.15 359	.67974

e. Analisis Independent T- test Pengaruh Waktu Pengeringan (F3;F6)

Test of Homogeneity of Variances

kadar lemab

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.073	1	4	.801

Tests of Normality

Formu la	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
kadar lemab F3	.232	3	.	.980	3	.726
F6	.253	3	.	.964	3	.637

a. Lilliefors Significance Correction

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2- tailed)	Mean Differenc e	Std. Error Differenc e	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
kadar lemab	Equal variances assumed	.073	.801	7.276	4	.002	.25667	.03528	.15872	.35461
	Equal variances not assumed			7.276	3.938	.002	.25667	.03528	.15812	.35522

B. Hasil Analisis Waktu Alir

a. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F1-F3)

Tests of Normality

suhu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
waktu alir F1	.176	3	.	1.000	3	.981
F2	.176	3	.	1.000	3	.980
F3	.212	3	.	.990	3	.810

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

waktu alir

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.403	2	6	.103

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
waktu alir * suhu	Between Groups (Combined)	73.988	2	36.994	1.327E3	.000
	Within Groups	.167	6	.028		
	Total	74.155	8			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
waktu alir * suhu	.999	.998

waktu alir**Tukey HSD**

suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F1	3	3.8463		
F2	3		5.2090	
F3	3			10.4943
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F4-F6)**Tests of Normality**

suhu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
waktu alir F4	.366	3	.	.795	3	.102
F5	.311	3	.	.897	3	.378
F6	.210	3	.	.991	3	.821

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

waktu alir

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.001	2	6	.079

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
waktu alir * suhu	Between Groups	(Combined)	198.917	2	99.459	777.273	.000
	Within Groups		.768	6	.128		
	Total		199.685	8			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
waktu alir * suhu	.998	.996

waktu alir

Tukey HSD

suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F4	3	4.5883		
F5	3		7.0440	
F6	3			15.5597
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F1;F4)

Test of Homogeneity of Variances

waktu alir

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.561	1	4	.496

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
waktu alir F1	.176	3	.	1.000	3	.981
F4	.366	3	.	.795	3	.102

a. Lilliefors Significance Correction

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
waktu alir	Equal variances assumed	.561	.496	-26.899	4	.000	-.74200	.02758	-.81859	-.66541
	Equal variances not assumed			-26.899	3.787	.000	-.74200	.02758	-.82032	-.66368

d. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F2;F5)

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.

waktu alir F2	.176	3	.	1.000	3	.980
F5	.311	3	.	.897	3	.378

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

waktu alir

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.561	1	4	.496

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
waktu alir	Equal variances assumed	1.222	.331	-20.733	4	.000	-1.83500	.08851	-2.08073	-1.58927
	Equal variances not assumed			-20.733	3.364	.000	-1.83500	.08851	-2.10017	-1.56983

e. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F3;F6)

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
waktu alir F3	.212	3	.	.990	3	.810
F6	.210	3	.	.991	3	.821

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

waktu alir

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.351	1	4	.310

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	1.351	.310	-13.201	4	.000	-5.06533	.38371	-6.13069	-3.99997
Equal variances not assumed			-13.201	2.798	.001	-5.06533	.38371	-6.33789	-3.79278

C. Hasil Analisis Kekerasan

a. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F1-F3)

Tests of Normality

suhu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.

kekerasan	F1	.282	10	.023	.890	10	.172
	F2	.253	10	.068	.870	10	.099
	F3	.233	10	.133	.904	10	.245

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kekerasan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.236	2	27	.025

ANOVA Table

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kekerasan * suhu Between Groups (Combined)	81.067	2	40.533	103.245	.000
Within Groups	10.600	27	.393		
Total	91.667	29			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
kekerasan * suhu	.940	.884

Kekerasan

Tukey HSD

Suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F1	10	2.3000		

F2	10		3.9000	
F3	10			6.3000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F1-F3)

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kekerasan	F4	.181	10	.200*	.895	10	.191
	F5	.229	10	.148	.859	10	.074
	F6	.272	10	.034	.879	10	.126

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

Kekerasan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.242	2	27	.305

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
asan *	Between Groups	(Combined)	63.117	2	31.558	81.734	.000
	Within Groups		10.425	27	.386		

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
asas *	Between Groups	(Combined)	63.117	2	31.558	81.734	.000
	Within Groups		10.425	27	.386		
	Total		73.542	29			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
kekerasan * suhu	.926	.858

Kekerasan

Tukey HSD

suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F4	10	3.6000		
F5	10		5.5000	
F6	10			7.1500
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F1;F4)

Tests of Normality

Formulasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kekerasan F1	.282	10	.023	.890	10	.172
F4	.181	10	.200*	.895	10	.191

Tests of Normality

Formu la	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kekerasan F1	.282	10	.023	.890	10	.172
F4	.181	10	.200 [*]	.895	10	.191

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

kekerasan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.533	1	18	.475

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Equal variances assumed	.533	.475	-6.166	18	.000	-1.30000	.21082	-1.74291	-.85709	
Equal variances not assumed			-6.166	17.308	.000	-1.30000	.21082	-1.74419	-.85581	

d. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F2;F5)

Tests of Normality

Formu la	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.

kekerasan F2	.253	10	.068	.870	10	.099
F5	.229	10	.148	.859	10	.074

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

kekerasan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.523	1	18	.077

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Kekerasan	Equal variances assumed	3.523	.077	-4.951	18	.000	-1.60000	.32318	-2.27897	-.92103
	Equal variances not assumed			-4.951	14.765	.000	-1.60000	.32318	-2.28980	-.91020

e. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F3;F6)

Tests of Normality

formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.

kekerasan F3	.233	10	.133	.904	10	.245
F6	.203	10	.200*	.916	10	.321

a. Lilliefors Significance Correction

*, This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

kekerasan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.565	1	18	.227

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
s Equal variances assumed	1.565	.227	-2.771	18	.013	-.80000	.28868	-1.40648	-.19352
Equal variances not assumed			-2.771	15.080	.014	-.80000	.28868	-1.41501	-.18499

D. Hasil Analisis Kerapuhan

a. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F1-F3)

Tests of Normality

suhu	Kolmogorov-Smirnov ^a	Shapiro-Wilk
------	---------------------------------	--------------

		Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
kerapuhan	F1	.175	3	.	1.000	3	1.000
	F2	.201	3	.	.994	3	.856
	F3	.292	3	.	.923	3	.463

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

kerapuhan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.351	2	6	.328

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kerapuhan *	Between Groups (Combined)	4.224	2	2.112	332.902	.000
suhu	Within Groups	.038	6	.006		
	Total	4.262	8			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
kerapuhan * suhu	.996	.991

Kerapuhan

Tukey HSD

suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F3	3	.9767		

F2	3		1.4200	
F1	3			2.6000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F4-F6)

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
kerapuhan	F4	.298	3	.	.916	3	.437
	F5	.356	3	.	.818	3	.157
	F6	.178	3	.	.999	3	.952

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

kerapuhan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.817	2	6	.485

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kerapuhan *	Between Groups	(Combined)	3.707	2	1.854	164.216	.000
	Within Groups		.068	6	.011		

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kerapuhan *	Between Groups	(Combined)	3.707	2	1.854	164.216	.000
	Within Groups		.068	6	.011		
	Total		3.775	8			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
kerapuhan * suhu	.991	.982

Kerapuhan

Tukey HSD

suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F6	3	.7533		
F5	3		1.1400	
F4	3			2.2663
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F1;F4)

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kerapuhan F1	.175	3	.	1.000	3	1.000
F4	.310	3	.	.898	3	.380

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kerapuhan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.960	1	4	.090

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
uh Equal variances assumed	4.960	.090	4.391	4	.012	.33667	.07667	.12381	.54953
Equal variances not assumed			4.391	2.395	.034	.33667	.07667	.05384	.61949

d. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F2;F5)

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kerapuhan F2	.201	3	.	.994	3	.856
F5	.356	3	.	.818	3	.157

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kerapuhan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.806	1	4	.420

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
kerapuhan	Equal variances assumed	.806	.420	3.720	4	.020	.28000	.07528	.07100	.48900

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
kerapuhan	Equal variances assumed	.806	.420	3.720	4	.020	.28000	.07528	.07100	.48900
	Equal variances not assumed			3.720	3.033	.033	.28000	.07528	.04190	.51810

e. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F3;F6)

Tests of Normality

Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kerapuhan F3	.304	3	.	.907	3	.407
F6	.178	3	.	.999	3	.952

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kerapuhan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.189	1	4	.337

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
kerapuhan Equal variances assumed	1.189	.337	2.971	4	.041	.21333	.07180	.01398	.41269
			2.971	2.656	.069	.21333	.07180	-.03284	.45951

ANOVA

Kerapuhan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.254	5	1.651	184.659	.000
Within Groups	.107	12	.009		
Total	8.362	17			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
kerapuhan * suhu dan waktu	.994	.987

Kerapuhan

Tukey HSD

suhu	N	Subset for alpha = 0.05
------	---	-------------------------

dan waktu		1	2	3	4	5
F6	3	.7563				
F3	3	.9667	.9667			
F5	3		1.1567			
F2	3			1.4200		
F4	3				2.2643	
F1	3					2.6000
Sig.		.141	.210	1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.						

E. Hasil Analisis Waktu Hancur

a. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F1-F3)

Tests of Normality

suhu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
waktu hancur F1	.150	6	.200*	.979	6	.945
F2	.174	6	.200*	.951	6	.748
F3	.158	5	.200*	.979	5	.928

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

waktu hancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
------------------	-----	-----	------

Test of Homogeneity of Variances

waktu hancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.481	2	15	.628

ANOVA Table

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tu hancur * a					
Between Groups	9.922	2	4.961	4.547E3	.000
Within Groups	.016	15	.001		
Total	9.938	17			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
waktu hancur * suhu	.999	.998

waktu hancur

Tukey HSD

suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F1	6	11.3367		
F2	6		12.1450	
F3	6			13.1517
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Analisis Anova Pengaruh Suhu Pengeringan (F4-F6)**Tests of Normality**

suhu	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
waktu hancur F4	.167	6	.200*	.970	6	.892
F5	.159	6	.200*	.962	6	.836
F6	.163	6	.200*	.965	6	.856

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

waktu hancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.499	2	15	.617

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ur *	Between Groups (Combined)	11.456	2	5.728	2.151E3	.000
	Within Groups	.040	15	.003		
	Total	11.496	17			

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
waktu hancur * suhu	.998	.997

waktu hancur

Tukey HSD

Suhu	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
F4	6	11.4400		
F5	6		12.3050	
F6	6			13.3900
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

c. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F1;F4)

Tests of Normality

formul a	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.

waktu hancur F1	.150	6	.200*	.979	6	.945
F4	.167	6	.200*	.970	6	.892

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

waktu hancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.524	1	10	.245

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
waktu hancur	Equal variances assumed	1.524	.245	-4.484	10	.001	-.10333	.02305	-	-.05198
	Equal variances not assumed			-4.484	7.472	.002	-.10333	.02305	.15714	-.04953

d. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F2;F5)

Tests of Normality

formul a	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
waktu hancur F2	.174	6	.200*	.951	6	.748

F5	.159	6	.200*	.962	6	.836
----	------	---	-------	------	---	------

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

waktu hancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.045	1	10	.183

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
waktu hancur	Equal variances assumed	2.045	.183	-5.576	10	.000	-.16000	.02869	-.22393	-.09607
	Equal variances not assumed			-5.576	7.987	.001	-.16000	.02869	-.22619	-.09381

e. Analisis Independent T-test Pengaruh Waktu Pengeringan (F3;F6)

Tests of Normality

formul a	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
waktu hancur F3	.149	6	.200*	.977	6	.938
F6	.163	6	.200*	.965	6	.856

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variances

waktu hancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.179	1	10	.682

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
				F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
		Lower	Upper							
waktu hancur	Equal variances assumed	.179	.682	-10.424	10	.000	-.23833	.02286	-.28928	-.18739
	Equal variances not assumed			-10.424	9.853	.000	-.23833	.02286	-.28938	-.18729

Lampiran 5 DOKUMENTASI









Lampiran 7 CURRICULUM VITAE

A. Biodata Pribadi

Nama : Dian Zulfatul Maskuriah

Tempat/ tanggal lahir : Banyuwangi, 22 Juli 1999

Alamat : Dusun Sumbersuko RT 04 RW 03 Desa Kesilir Kecamatan Siliragung Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur

Jenis Kelamin : Perempuan

E-mail : dianzulfatul66@gmail.com

No. HP : 087788044033

Agama : Islam

Golongan Darah : -

Status : Belum Menikah

Tinggi, Berat Badan : 160 cm, 55 kg

Kewarganegaraan : Indonesia

Riwayat Pendidikan

2003 – 2005 : TK Khodijah 80

2005 – 2011 : SDN 2 Kesilir

2011 – 2014 : SMPN 1 Siliragung

2014 – 2017 : MAN Pesanggaran

2017 – sekarang : Program Studi S1 Farmasi Universitas dr. Soebandi Jember

Pengalaman Organisasi

2018 – 2019 : Ketua Divisi Kerohanian Himafa Universitas dr. Soebandi

2019 – 2020 : Menteri Kerohanian BEM Universitas dr. Soebandi

Pengalaman Kerja

2020 – sekarang : Apotek Al-Falah Kesilir