

**FORMULASI SUSPENSI KERING EFERVESEN EKSTRAK AKAR
Acalypha Indica Linn. MENGGUNAKAN PATI GANYONG
TERPREGELATINASI SEBAGAI EKSIPIEN SECARA GRANULASI
PELEBURAN**

**WIDIA RAHMI
0305050663**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN FARMASI
DEPOK
2009**

**FORMULASI SUSPENSI KERING EFERVESEN EKSTRAK AKAR
Acalypha Indica Linn. MENGGUNAKAN PATI GANYONG
TERPREGELATINASI SEBAGAI EKSIPIEN SECARA GRANULASI
PELEBURAN**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Farmasi**

**Oleh :
WIDIA RAHMI
0305050663**



**DEPOK
2009**


SKRIPSI : FORMULASI SUSPENSI KERING EFERVESEN EKSTRAK
AKAR *Acalypha Indica* Linn. MENGGUNAKAN PATI
GANYONG TERPREGELATINASI SEBAGAI EKSIPIEN
SECARA GRANULASI PELEBURAN


NAMA : WIDIA RAHMI

NPM : 0305050663


SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DEPOK, 6 JULI 2009


Dr. HASAN RACHMAT M., Apt
Pembimbing I


Prof. Dr. SUMALI WIRYOWIDAGDO
Pembimbing II

Tanggal lulus Ujian Sidang Sarjana :	6 Juli 2009
Penguji I :	Prof. Dr. Effionora Anwar, MS
Penguji II :	Prof. Dr. Endang Hanani, MS
Penguji III :	Drs. Hayun, MSi



KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas izin, rahmat, dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan skripsi yang berjudul Formulasi Suspensi Kering Efervesen Ekstrak Akar *Acalypha indica* Linn. menggunakan Pati Ganyong Terpregelatinasi sebagai Eksipien secara Granulasi Peleburan. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Dr. Hasan Rachmat M., Apt dan Bapak Prof. Dr. Sumali Wiryowidagdo selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
- 2) Ibu Dr. Yahdiana Harahap, MS. selaku Ketua Departemen Farmasi FMIPA UI.
- 3) Ibu Dra. Juheini Amin, MSi selaku pembimbing akademis yang telah memberikan arahan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Farmasi.
- 4) Seluruh dosen dan staf pengajar atas ilmu pengetahuan dan didikan yang telah diberikan selama ini serta laboran dan karyawan atas seluruh waktu dan bantuannya terutama selama proses penelitian.

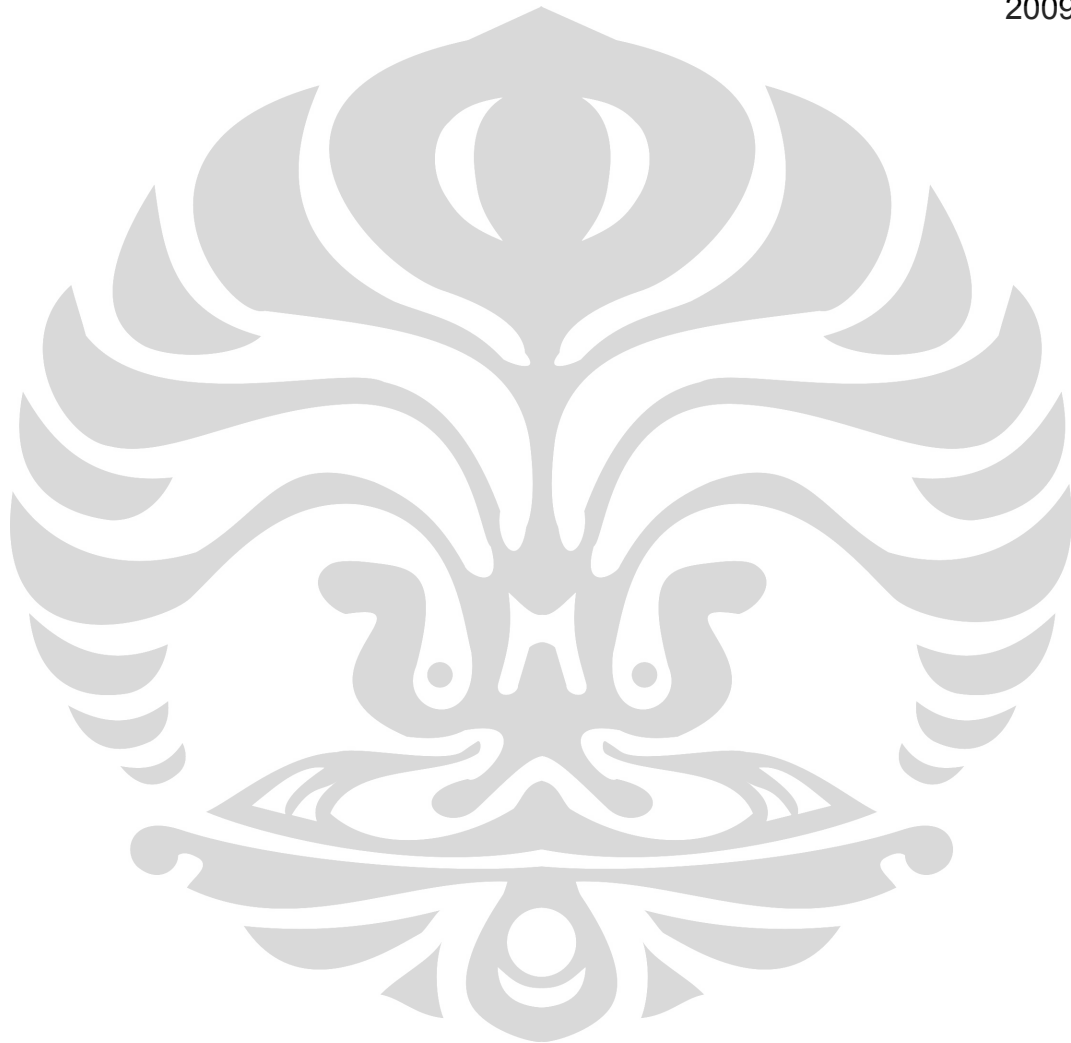
- 5) PT Bayer yang telah memberikan bantuan bahan untuk kelancaran penelitian.
- 6) Mama (almh) dan Papa, kakak-kakak tercinta, serta Uda Ronal dengan semua do'a, perhatian, dan kasih sayangnya yang selalu setia memberikan semangat dan dukungan material dan moral kepada penulis.
- 7) Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Formulasi Tablet dan Laboratorium Farmasetika terutama Kak Nenny, Erna, Panya, Nezla, dan Niken yang banyak memberikan masukan dan bantuan selama penelitian serta teman-teman Farmasi angkatan 2005 untuk kebersamaan dan persahabatan selama ini.
- 8) Saudariku di Farmasi; Indah, Celly, dan Silvy, teman-teman wisma oppy; Lisna, Rita, Senny, dan Novi, dengan do'a dan dorongan semangat kepada penulis.
- 9) Sahabatku Nururu, Ndit, Ventry, dan Diwi untuk persaudaraan yang telah terjalin selama ini.
- 10) Semua teman-teman serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut memberikan bantuan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik agar penulis dapat lebih baik lagi ke

depannya. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi semua pihak dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Penulis

2009



ABSTRAK

Ekstrak akar tanaman akar kucing (*Acalypha indica* Linn.) diketahui mempunyai khasiat menurunkan kadar asam urat darah. Ekstrak akar *A. Indica* ini merupakan ekstrak kering yang sudah diformulasi mengandung bahan tidak larut berupa pengisi dan adsorben. Dalam penelitian ini, ekstrak akar *A. Indica* diformulasi dalam bentuk suspensi kering efervesen dengan menggunakan bahan pensuspensi pati ganyong terpregelatinasi sempurna (PGTS). PGTS merupakan modifikasi dari pati ganyong yang mempunyai sifat alir dan viskositas yang baik. Suspensi kering efervesen dibuat secara granulasi peleburan dalam 3 formula dengan campuran efervesen yang berbeda. Kadar campuran efervesen yang berbeda ini akan mempengaruhi waktu rekonstitusi dan pH larutan. Semakin besar campuran efervesen dalam formula maka semakin cepat waktu rekonstitusi dan semakin asam larutan yang dihasilkan. Evaluasi suspensi kering efervesen yang dilakukan meliputi organoleptis, uji waktu alir, uji sudut istirahat, uji kadar air, distribusi ukuran partikel, waktu rekonstitusi, pH, uji viskositas, uji higroskopisitas, dan uji kesukaan (hedonik). Dari evaluasi yang dilakukan diperoleh hasil bahwa suspensi kering efervesen memiliki karakteristik yang baik dan memenuhi persyaratan teknis.

Kata kunci : ekstrak akar *A. indica*; suspensi kering efervesen; pati ganyong terpregelatinasi sempurna; granulasi peleburan

xi + 98 hlm.; gbr.; tab.; lamp.

Bibliografi : 37 (1970-2008)

ABSTRACT

Extract of root *Acalypha indica* Linn. has been known having effect to decrease the blood uric acid. The extract is a dry extract that has been made using undissolved material as filler and adsorben. In this study, the dry root extract was formulated in the form effervescent dry suspension using a full pregelatinized queensland arrowroot starch (PGTS) as suspending agent. PGTS is a modification of the queensland arrowroot starch that has a good flow characteristic and viscosity. In the formulation of effervescent dry suspension, three formulas with different mix effervescent was created through dry granulation. This different effervescent mixture will affect the reconstitution time and the solutions pH. More effervescent mixture in the formula, will make more acidic solution and faster reconstitution time. The evaluation of the effervescent dry suspension including organoleptic, flow time test, repose angle test, water content test, distribution of particle size, reconstitution time, pH, viscosity test, higroscopisity test, and hedonic test. The result from this evaluation showed that the effervescent dry suspension has a good characteristic and technical requirement.

Key words : root extract *A. Indica*; effervescent dry suspension; full pregelatinized queensland arrowroot starch; dry granulation

xi + 98 pages; figures.; tables; appendix

Bibliography : 37 (1970-2008)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Suspensi Kering Efervesen	4
2.2 Ekstrak Akar <i>Acalypha indica</i> Linn.	13
2.3 Pati Ganyong	17
BAB III. BAHAN DAN CARA KERJA	24
3.1 Bahan	24
3.2 Alat	24
3.3 Cara Kerja	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil	33

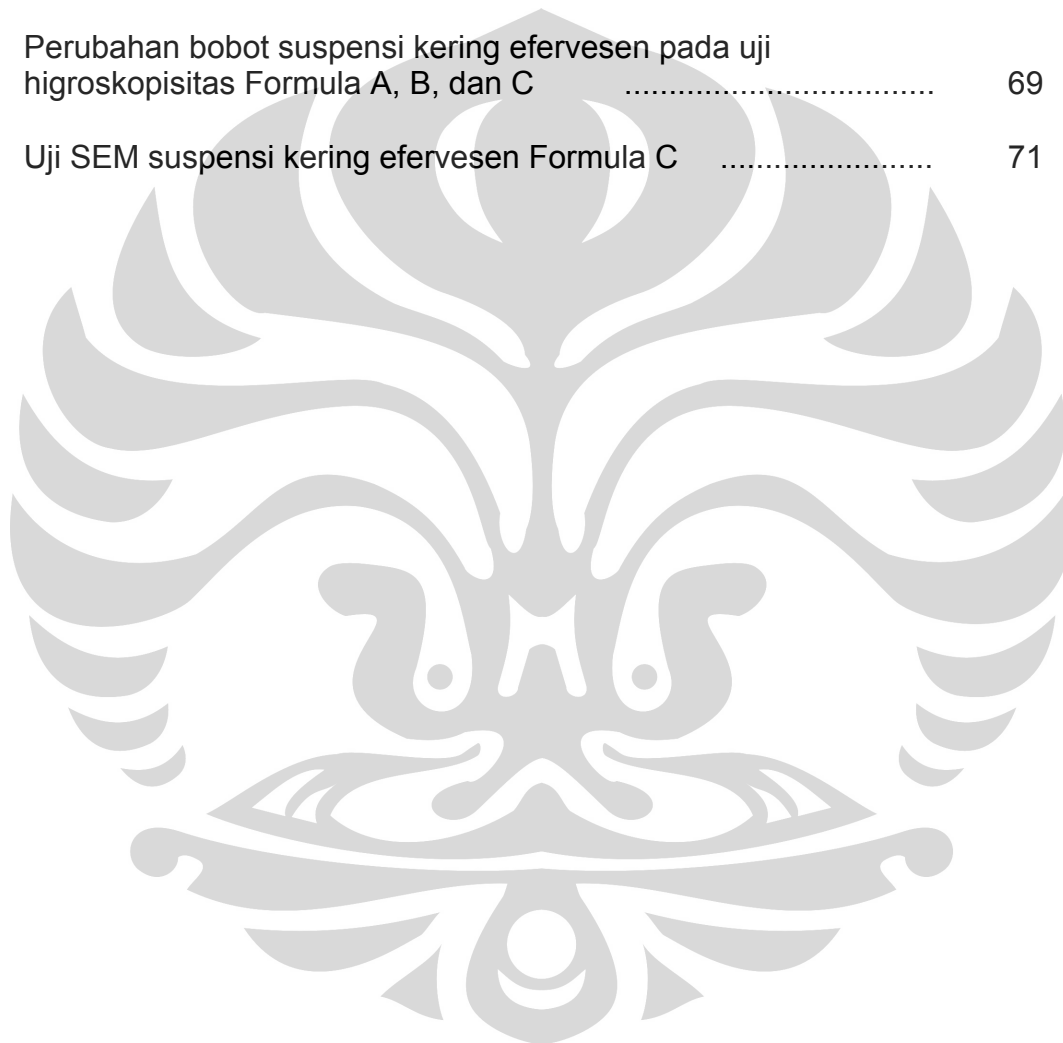
4.2 Pembahasan	37
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR ACUAN	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman akar kucing (<i>Acalypha indica</i>)	60
2. Tanaman ganyong dan umbi ganyong	60
3. Pati ganyong (PG) dan pati ganyong terpregelatinasi sempurna (PGTS)	61
4. Larutan PG dan PGTS	61
5. Uji <i>birefringence</i> PG	62
6. Uji <i>birefringence</i> PGTS	62
7. Uji SEM PG	63
8. Uji SEM PGTS	63
9. Perbedaan kandungan air PG dan PGTS	64
10. Perbedaan waktu alir PG dan PGTS	64
11. Suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	65
12. Larutan suspensi kering efervesen	65
13. Perbedaan waktu alir suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	66
14. Perbedaan sudut istirahat suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	66
15. Perbedaan kandungan air suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	67
16. Perbedaan distribusi ukuran partikel suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	67

17. Perbedaan waktu rekonstitusi suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	68
18. Perbedaan pH suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	68
19. Perbedaan nilai viskositas suspensi kering efervesen Formula A, B, dan C	69
20. Perubahan bobot suspensi kering efervesen pada uji higroskopisitas Formula A, B, dan C	69
21. Uji SEM suspensi kering efervesen Formula C	71



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Formula suspensi kering efervesen	26
2. Hasil pemeriksaan suspensi kering efervesen	73
3. Uji distribusi ukuran partikel suspensi kering efervesen	74
4. Perubahan bobot suspensi kering efervesen	75
5. Persentase perubahan bobot suspensi kering efervesen	76
6. Data angket uji kesukaan terhadap warna	77
7. Data angket uji kesukaan terhadap rasa	77
8. Data angket uji kesukaan terhadap aroma	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan sudut istirahat	80
2. Uji ANOVA satu arah terhadap perubahan bobot suspensi kering efervesen	81
3. Format angket uji kesukaan	90
4. Analisis uji Kruskal-Wallis untuk warna	91
5. Analisis uji Kruskal-Wallis untuk rasa	92
6. Analisis uji Kruskal-Wallis untuk aroma	93
7. Analisis uji Mann-Whitney untuk rasa Formula A dan B	94
8. Analisis uji Mann-Whitney untuk rasa Formula A dan C	95
9. Analisis uji Mann-Whitney untuk rasa Formula B dan C	96
10. Sertifikat analisis asam tartrat	97
11. Sertifikat analisis PEG 6000	98

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pemanfaatan tanaman obat di Indonesia untuk mengobati penyakit harus melalui beberapa uji sehingga memenuhi standar efektivitas dan keamanan agar dapat dipasarkan dan dikonsumsi masyarakat. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang farmasi, tanaman obat tersebut dapat diolah menjadi suatu sediaan yang dapat diterima masyarakat dengan memperhatikan parameter kualitas yang harus terpenuhi. Salah satu tanaman obat yang telah diteliti dan diuji adalah akar kucing (*Acalypha indica* Linn.) yang banyak tersebar di Indonesia (1).

Berdasarkan uji praklinik yang telah dilakukan, ekstrak akar *A. indica* berfungsi sebagai penurun kadar asam urat darah dan memiliki tingkat keamanan dan toksisitas yang telah teruji (2). Ekstrak ini merupakan ekstrak kering yang diformulasi mengandung bahan tidak larut berupa pengisi dan adsorben yang digunakan pada saat pembuatan ekstrak kering dari akar *A. indica* (2, 3). Dalam penelitian ini, ekstrak akar *A. indica* akan dibuat menjadi sediaan granul efervesen yaitu serbuk kasar yang mengandung unsur obat dalam campuran yang kering, yang terdiri atas asam organik dan garam logam alkali karbonat. Jika kombinasi asam dan garam ini kontak dengan air, maka akan terbentuk gas karbondioksida (CO₂) (4). Gas karbondioksida yang

dihasilkan akan memberikan rasa yang enak pada larutan karena adanya natrium bikarbonat yang dapat memperbaiki rasa obat. Hal tersebut melatarbelakangi dipilihnya granul efervesen sebagai bentuk sediaan dalam penelitian ini, disamping bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam pemberian dosis ekstrak akar *A. indica* yang cukup besar (5).

Ekstrak akar *A. indica* yang mengandung bahan-bahan yang tidak larut menjadikan larutan efervesen yang dihasilkan tidak jernih, sehingga sediaan granul efervesen dibuat dalam bentuk suspensi kering yaitu sediaan padat yang harus disuspensikan terlebih dahulu dengan pembawa yang sesuai yaitu air segera sebelum digunakan (6, 7). Dengan adanya campuran efervesen pada formulasi, diharapkan dapat mempercepat rekonstitusi sediaan menjadi suspensi yang homogen sehingga dapat meningkatkan daya tarik masyarakat dalam memilih sediaan ini.

Bahan pensuspensi yang digunakan adalah pati ganyong terpregelatinasi sempurna yang memiliki viskositas, kekuatan gel serta sifat alir yang baik untuk menghasilkan suspensi yang tepat (8). Pati ganyong berasal dari umbi tanaman ganyong yang memiliki kandungan gizi dan serat yang tinggi yang banyak dimanfaatkan masyarakat sebagai makanan pokok dan mengobati berbagai penyakit (9, 10, 11). Pati ganyong terpregelatinasi sempurna diperoleh dengan cara memanaskan suspensi pati di atas suhu gelatinasinya, kemudian dikeringkan (12). Modifikasi pati dengan pregelatinasi sempurna ini telah dilakukan pada penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa pati ganyong terpregelatinasi sempurna (PGTS) dapat

berperan sebagai eksipien farmasi, salah satunya sebagai *suspending agent* untuk membentuk suspensi yang homogen dan menghindari sedimentasi pada suspensi (13).

Pembuatan suspensi kering efervesen dalam penelitian ini dilakukan dengan metode peleburan atau metode kering. Keuntungan membuat suspensi kering efervesen dengan metode peleburan adalah waktu pembuatan yang relatif lebih cepat karena tidak diperlukan pemanasan yang lama. Selain itu metode ini cocok untuk bahan-bahan yang bersifat higroskopis dan peka terhadap air karena dalam metode ini tidak digunakan air maupun pelarut lain (5, 14). Metode peleburan juga banyak digunakan untuk mengolah hampir semua serbuk efervesen yang telah diperdagangkan (5).

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Menyusun formula suspensi kering efervesen yang mengandung ekstrak akar *A. indica* Linn. dan pati ganyong terpregelatinasi sempurna sebagai bahan pensuspensi dengan granulasi peleburan yang memiliki sifat dan karakteristik yang baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SUSPENSI KERING EFERVESEN

Suspensi merupakan sediaan cair yang mengandung partikel padat tidak larut yang terdispersi dalam fase cair. Suspensi dapat juga didefinisikan sebagai preparat yang mengandung partikel obat yang terbagi secara halus dan disebarkan secara merata dalam pembawa air dimana obat menunjukkan kelarutan yang sangat minimum (5, 6, 15). Suspensi merupakan sistem heterogen yang terdiri dari dua fase dimana fase terdispersi (fase dalam) merupakan partikel-partikel kecil yang pada dasarnya tidak larut tetapi terdispersi seluruhnya dalam fase kontinu, sedangkan pembawa merupakan fase kontinu (fase luar) yang merupakan cairan atau semipadat (7). Suspensi dapat dibagi dalam dua jenis, yaitu suspensi yang siap digunakan dan suspensi yang harus direkonstitusikan terlebih dahulu dengan sejumlah air sebelum digunakan atau biasa disebut suspensi kering (5, 6).

Suspensi kering efervesen merupakan granul efervesen yang diformulasi dalam bentuk suspensi kering yang mengandung unsur obat dalam campuran yang kering, yang terdiri atas asam organik dan garam logam alkali karbonat. Suspensi kering efervesen dimaksudkan untuk menghasilkan suspensi yang homogen dengan adanya karbondioksida (CO_2)

ketika direkonstitusikan dengan air. Bila sediaan dimasukkan ke dalam air, mulailah terjadi reaksi kimia antara asam dan natrium bikarbonat sehingga terbentuk garam natrium dari asam dan menghasilkan CO₂. Reaksinya cukup cepat dan biasanya berakhir dalam waktu satu menit atau kurang. Sediaan ini akan menghasilkan rasa yang enak karena adanya karbonat yang membantu memperbaiki rasa dari obat sehingga suspensi kering efervesen sangat cocok untuk produk dengan rasa yang pahit dan asin (5, 7, 16, 17, 18).

Aspek fisikokimia yang penting dalam pembuatan suspensi kering efervesen meliputi pembasahan, pembentukan reaksi efervesen, dan sedimentasi. Proses pembasahan fase padat oleh medium suspensi merupakan faktor yang sangat penting dalam formulasi suspensi. Jika antara cairan dan zat padat ada suatu afinitas kuat, cairan dengan mudah membentuk lapisan tipis pada permukaan zat padat. Tetapi bila afinitas ini tidak ada atau lemah, cairan sulit untuk memindahkan udara atau zat-zat lain di sekitar zat padat tersebut sehingga terdapat sudut kontak antara cairan dan zat padat. Daya pembasahan tergantung sifat kimia dari kedua fase suspensi yaitu fase terdispersi dan medium pendispersi. Daya pembasahan ini dapat dibantu dengan menggunakan zat pembasah yang bekerja dengan menurunkan tegangan zat padat dengan air (sudut kontak) dan meningkatkan dispersi zat yang tidak larut. Zat pembasah juga sangat berguna dalam mengurangi tegangan antar muka antar partikel-partikel zat padat dan dapat menghilangkan lapisan udara pada permukaan zat padat sehingga lebih mudah kontak dengan pembawa. Daya pembasahan dapat

mempengaruhi viskositas suspensi yang dihasilkan. Jika daya pembasahan antara zat terdispersi dan medium pendispersi baik, maka viskositas yang dihasilkan juga baik. Viskositas atau kekentalan suspensi juga dipengaruhi oleh adanya bahan pensuspensi dalam formula yang berfungsi meningkatkan kekentalan atau viskositas, memperlambat pengendapan, dan mencegah terjadinya penggumpalan sehingga diperoleh suspensi yang homogen (7, 19).

Sediaan suspensi kering efervesen diformulasi dengan adanya campuran efervesen yang akan bereaksi menghasilkan gas karbondioksida ketika direkonstitusi dengan air. Rekonstitusi adalah proses penambahan pengencer pada suatu konsentrat cairan atau serbuk dengan tujuan untuk menghasilkan konsentrasi tertentu. Rekonstitusi yang baik dapat dicapai jika sediaan mudah dan cepat terdispersi dengan pembawa. Campuran efervesen dapat mempercepat waktu rekonstitusi karena adanya gas karbondioksida yang dihasilkan yang dapat mengurangi pengadukan larutan (5, 17). Larutan yang telah direkonstitusi akan mengalami pengendapan atau sedimentasi jika dibiarkan, namun suspensi yang baik harus lambat mengendap dan mudah terdispersi lagi jika dilakukan pengocokan (15).

Keuntungan sediaan suspensi kering efervesen adalah dapat menutupi rasa tidak enak dari obat, menjamin stabilitas kimia dari obat, pemberian lebih mudah untuk memberikan dosis obat yang relatif besar, bentuk sediaan lebih unik dan menarik, dapat dikemas secara individual untuk mencegah kelembaban sehingga dapat mengatasi masalah

ketidakstabilan produk selama penyimpanan. Suspensi kering efervesen dikemas dalam wadah atau kantong aluminium yang tertutup rapat dan kedap udara (5,16).

2.1.1 Bahan Baku Suspensi Kering Efervesen

Bahan baku yang digunakan untuk sediaan suspensi kering efervesen adalah :

a. Sumber Asam

Keasaman yang dibutuhkan untuk reaksi efervesen berasal dari berbagai sumber yaitu asam makanan, asam anhidrat, dan garam asam. Sumber utama asam adalah asam makanan yang terdapat di alam dan digunakan sebagai aditif, seperti asam sitrat, asam tartrat, asam askorbat, dan asam fumarat. Penggunaan asam sitrat dikombinasi dengan asam tartrat karena penggunaan asam tunggal akan menimbulkan kesulitan dalam pembentukan granul. Bila asam tartrat digunakan sebagai asam tunggal, granul yang dihasilkan akan mudah kehilangan kekuatannya dan menggumpal. Jika asam sitrat digunakan sebagai asam tunggal, akan menghasilkan campuran yang melekat dan sulit menjadi granul (16, 17).

- **Asam Sitrat**

Tersedia dalam bentuk monohidrat dan anhidrat, dengan bermacam ukuran partikel, tidak berwarna, berupa kristal bening, putih, berbentuk serbuk granul sampai kristalin. Tidak berbau dengan rasa asam yang kuat, sangat larut dalam air, mudah larut dalam etanol (6, 20).

- Asam Tartrat

Asam tartrat lebih mudah larut dibandingkan dengan asam sitrat dan lebih higroskopis. Asam tartrat menunjukkan partikel yang sama dengan asam sitrat anhidrat. Asam tartrat dapat membentuk karbondioksida terbanyak dibandingkan dengan asam sitrat anhidrat dan asam askorbat ketika direaksikan dengan natrium bikarbonat dalam perbandingan yang sesuai. Namun, asam tartrat memiliki waktu desintegrasi lebih lama (6, 20).

Sumber asam lain yang dapat digunakan dalam sediaan efervesen adalah asam anhidrat dan garam asam. Asam anhidrat yaitu anhidrat dari asam makanan yang ketika dicampur dengan air, akan terjadi hidrolisis dan asam anhidrat kemudian bereaksi dengan sumber karbonat untuk menghasilkan efervesen. Dalam menghasilkan produk yang mengandung anhidrat, tidak dapat digunakan air karena akan segera dikonversi menjadi asam sebelum produk digunakan. Garam asam juga dapat digunakan untuk formulasi efervesen seperti natrium dihidrogen fosfat, dinatrium dihidrogen pirofosfat, garam asam sitrat, natrium asam fosfat. Kerugian menggunakan garam asam adalah agak higroskopis dan mahal (16, 17).

b. Sumber Karbonat

Sumber karbonat yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk efervesen adalah natrium bikarbonat, natrium karbonat, kalium

bikarbonat, kalium karbonat, dan kalsium karbonat. Sumber karbonat ini akan bereaksi dengan sumber asam menghasilkan reaksi efervesen dengan timbulnya gas karbondioksida ketika sediaan direkonstitusi dalam air. Penggunaan karbonat juga ditujukan untuk menutupi rasa tidak enak dari beberapa obat (16, 17).

Sumber karbonat yang sering digunakan adalah natrium bikarbonat yang merupakan serbuk kristalin putih, tidak berbau dengan rasa garam, rasa sedikit alkalin, tersedia dalam berbagai ukuran partikel serbuk, dan granul. Pada temperatur kamar, kandungan kelembabannya kurang dari 1%. Pada temperatur lebih dari 25°C, akan secara cepat mengabsorpsi sejumlah air dan dapat mulai terurai (16, 17).

c. Bahan tambahan

Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan suspensi kering efervesen terdiri atas lubrikan seperti polietilen glikol 6000 (PEG 6000) yang dimaksudkan untuk meningkatkan sifat alir granul dan memberi kekenyalan pada granul, pemanis seperti sukrosa untuk menutupi rasa tidak enak dari beberapa obat dan pengisi seperti laktosa untuk meningkatkan massa granul. Di samping bahan tersebut, bahan yang memegang peran penting dalam pembuatan suspensi kering efervesen adalah bahan pensuspensi seperti pati ganyong terpregelatinasi sempurna (PGTS) dan zat pembasah seperti Tween 80 yang membantu terbentuknya suspensi yang baik (6, 20).

2.1.2 Proses Granulasi Peleburan

Granul adalah gumpalan dari banyak partikel yang lebih kecil. Ukuran granul biasanya berkisar antara ayakan 4 sampai 12 bervariasi tergantung tujuan pemakaiannya (5). Syarat granul yang baik adalah mempunyai bentuk dan warna yang sedapat mungkin homogen, memiliki distribusi butiran yang sempit dan tidak lebih dari 10% mengandung komponen berbentuk serbuk, memiliki daya hancur yang baik, dan menunjukkan kekompakan mekanis yang memuaskan (21).

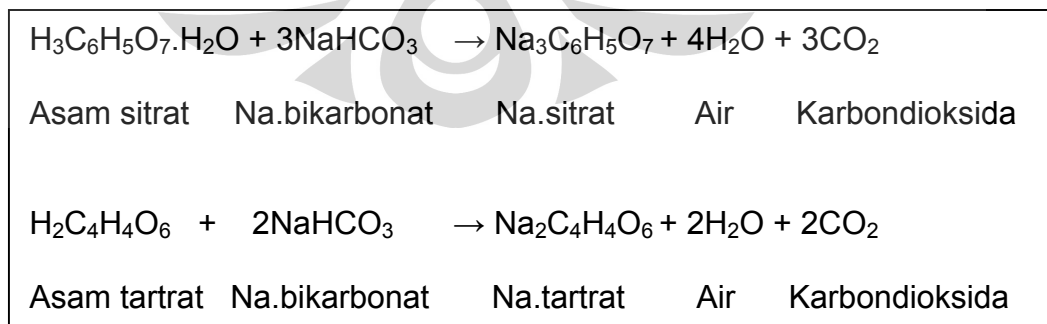
Proses pembentukan granul suspensi kering efervesen dapat dilakukan dengan dua metode yaitu granulasi peleburan (metode kering) dan metode basah. Granulasi peleburan merupakan metode pembuatan suspensi kering efervesen tanpa menggunakan air atau pelarut lain. Pada granulasi peleburan, satu molekul air yang ada pada setiap molekul asam sitrat bertindak sebagai unsur penentu bagi pencampuran serbuk. Sebelum serbuk-serbuk dicampur atau diaduk, kristal asam sitrat dijadikan serbuk, baru dicampurkan dengan serbuk lainnya (setelah disalurkan melewati ayakan No.60) untuk memantapkan keseragaman atau meratanya pencampuran. Ayakan dan alat pengaduk harus terbuat dari stainless steel atau bahan lain yang tahan terhadap pengaruh asam. Pencampuran dan pengadukan serbuk ini dilakukan cepat dan pada lingkungan dengan kadar kelembaban rendah untuk mencegah terhisapnya uap-uap air dari udara oleh bahan-bahan kimia dan reaksi kimia yang terjadi secara dini. Setelah

pengadukan selesai, serbuk diletakkan di atas lempeng atau gelas atau nampan yang sesuai dalam sebuah oven dan sebelumnya oven ini dipanasi antara 35°C – 50°C. Selama proses pemanasan serbuk dibolak-balikkan dengan menggunakan spatel tahan asam. Panas menyebabkan lepasnya air kristal dari asam sitrat, yang pada gilirannya dapat melarutkan sebagian dari campuran serbuk, mengatur reaksi kimia dan melepasnya beberapa karbondioksida. Hal ini menyebabkan bahan serbuk yang dihaluskan menjadi agak seperti spon dan setelah mencapai kepadatan yang tepat, serbuk dikeluarkan dari oven dan diremas melalui suatu ayakan tahan asam untuk membuat granul sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Ketika semua adonan telah melalui ayakan, granul-granul segera mengering pada suhu tidak lebih dari 54°C dan segera dipindahkan ke wadah lalu disegel secara tepat dan rapat (5, 16, 17). Penambahan pati ganyong terpregelatinasi sempurna (PGTS) juga dapat berperan sebagai pengikat karena adanya kekuatan gel PGTS yang berhubungan dengan kemampuannya mengikat serbuk-serbuk menjadi granul (8). Reaksi pembentukan karbondioksida pada saat pencampuran bahan-bahan selama proses pembentukan suspensi kering efervesen hanya terjadi sebagian karena reaksi sebenarnya terjadi pada saat sediaan direkonstitusikan dengan air. Proses rekonstitusi yang baik dapat dicapai dengan bentuk granul yang dihasilkan pun juga baik, salah satunya dengan adanya pori-pori pada granul yang dapat mempercepat waktu rekonstitusi.

Granulasi pelepasan banyak digunakan dalam pembuatan sediaan efervesen karena waktu pembuatan yang relatif lebih cepat karena tidak diperlukan pemanasan yang lama. Selain itu metode ini cocok untuk bahan-bahan yang bersifat higroskopis dan peka terhadap air karena dalam metode ini tidak digunakan air maupun pelarut lain. Metode pelepasan juga banyak digunakan untuk mengolah hampir semua serbuk efervesen yang telah diperdagangkan (5, 14).

Hal yang harus diperhatikan selama proses pembuatan suspensi kering efervesen terdiri atas kondisi ruangan dengan suhu dan kelembaban yang telah diatur untuk menjaga stabilitas kimia sediaan. Selain itu pengerjaan juga harus cepat untuk mencegah terjadinya reaksi efervesen dini pada sediaan. Adanya kelembaban yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kualitas yang cepat dari produk setelah sampai di tangan konsumen sehingga perlu pengemasan secara khusus dalam kantong lembaran aluminium kedap udara. (5, 16, 17).

Reaksi yang terjadi antara asam sitrat dan natrium karbonat serta asam tartrat dan natrium bikarbonat adalah (4, 5):



Selain granulasi pelepasan, pembuatan suspensi kering efervesen juga dapat dilakukan dengan metode basah. Pada metode basah, bagian asam dan karbonat dari formulasi efervesen dapat digranulasi secara terpisah atau dalam bentuk campuran menggunakan air (air kristal, asam sitrat, air, atau uap air), etanol, isopropanol, atau pelarut lain. Bila granulasi dilakukan tanpa menggunakan pelarut air, tidak akan ada reaksi efervesen. Bahan baku yang digunakan harus kering dan proses dilakukan pada kelembaban rendah. Asam sitrat sebagian akan melarut dalam etanol atau isopropanol, akan berfungsi pula sebagai pengikat bila pelarut menguap. Apabila granulasi dilakukan menggunakan air atau pelarut mengandung air, harus berhati-hati karena akan terjadi reaksi efervesen (5, 16, 17).

2.2 EKSTRAK AKAR *Acalypha indica* Linn.

Menurut Farmakope Indonesia Edisi IV (6), ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang sudah ditetapkan. Parameter yang digunakan untuk membakukan ekstrak adalah zat aktif tanaman yang diperoleh dengan cara ekstraksi. Ekstraksi adalah penyarian zat-zat aktif dari bagian tanaman obat dengan tujuan untuk menarik komponen kimia yang terdapat dalam simplisia. Pada proses ekstraksi terjadi perpindahan massa komponen zat padat ke dalam pelarut dimana mulai

terjadi pada lapisan antar muka yang kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut (6).

Ekstraksi akar tanaman akar kucing dapat dilakukan dengan proses maserasi yaitu penyarian zat aktif yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari yang sesuai pada temperatur kamar dan terlindung dari cahaya. Selama proses maserasi, dilakukan pengadukan dan penggantian cairan penyari. Endapan yang diperoleh dipisahkan dan filtratnya dipekatkan. Ekstrak yang diperoleh kemudian dikeringkan menggunakan amilum sebagai pengisi dan aerosil sebagai adsorben. Ekstrak kering memiliki penampilan berbentuk serbuk kering berwarna coklat muda dengan bau yang khas seperti bau coklat dan tidak berasa. Ekstrak ini memiliki kandungan ekstrak akar tanaman akar kucing 20% serta 80% pengisi dan adsorben berupa amilum dan aerosil (3).

Ekstrak akar tanaman akar kucing diperoleh dari tanaman akar kucing (*A. indica*) yang sangat umum ditemukan tumbuh liar di pinggir jalan, lapangan rumput, dan lereng bukit. Tanaman ini telah banyak dikenal dan digunakan oleh masyarakat sebagai tanaman obat (1, 22, 23).

Deskripsi Tanaman (24, 25, 26)

Tanaman akar kucing (*A. Indica*) merupakan tanaman herba semusim, tumbuh tegak dengan tinggi 30-150 cm, bercabang dengan garis memanjang kasar dan berambut halus. Bentuk tanaman dapat dilihat pada Gambar 1.

- Batang :
Tegak, masif, bulat, berambut, halus, hijau
- Daun :
Tunggal, tersebar, bentuk belah ketupat, ujung runcing, pangkal membulat, tipis, tepi bergerigi, pertulangan menyirip, panjang 3-4 cm, lebar 2-3 cm, tangkai silindris dengan panjang 3-4 cm, berwarna hijau.
- Bunga
Majemuk, bentuk bulir, berkelamin satu, terdapat di ketiak daun dan ujung cabang, bulir betina lebih pendek dan lebih tegak daripada bulir jantan, daun pelindung menjari, bunga jantan duduk dalam gelendong sepanjang sumbu bulir, bakal buah beruang tiga, berambut, tangkai putik silindris, putih kehijauan atau merah pucat, mahkota bulat telur, merah, berambut.
- Buah
Berbentuk kotak, bulat, berwarna hitam
- Biji
Berbentuk bulat panjang dan berwarna coklat
- Akar
Berupa akar tunggang, berwarna putih kotor

Klasifikasi Tanaman (1, 25, 26)

Dunia : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledoneae

Bangsa : Euphorbiales

Suku : Euphorbiaceae

Marga : *Acalypha*

Jenis : *Acalypha indica* L.

Sinonim : *Acalypha ciliate* Wall

A. canescens Wall

A. spicata Forks

A. australis L.

Nama umum/dagang : Kucing-kucingan

Nama daerah : Melayu (Cekamas), Sumatera (Lelatang, Kucing-kucingan, Rumput kokowongan), Jawa (Rumput bolong-bolong, Rumput kokosongan)

Komponen Kimia Tanaman (22, 23, 25, 26, 27)

Tanaman *A. Indica* mengandung akalifin (suatu glikosida sianogenik), sterol (β -sitosterol), kuebrakitol, tanin, tektokuinon, kaemferol, triasetonamin, flavonoid, minyak atsiri, alkalifamida, aurantiamida dan asetatnya. Daunnya mengandung kuebrakitol, asam askorbat, saponin, tanin, minyak atsiri, kalsium oksalat, besi, karbohidrat, lemak, dan protein. Batangnya mengandung flavonoid, tanin, dan saponin. Akarnya mengandung senyawa golongan alkaloid, tanin, sterol, glikosida sianogenik dan flavonoid. Beberapa penelitian menyebutkan tanin dan flavonoid mempunyai kemampuan menghambat xantin oksidase sehingga dapat menurunkan kadar asam urat.

Khasiat Tanaman (2, 22, 23, 25, 26)

Seluruh bagian tanaman ini dapat digunakan sebagai obat, baik dalam bentuk segar ataupun yang telah dikeringkan. Herba ini berkhasiat sebagai antiradang, peluruh kencing (diuretik), pencahar dan penghenti perdarahan (hemostatis). Daunnya berkhasiat sebagai pencahar dan obat sakit mata. Akarnya berkhasiat untuk mengatasi hiperurisemia dan mengurangi insiden gout.

2.3 PATI GANYONG

Pati ganyong (PG) merupakan pati yang berasal dari umbi ganyong yang diambil patinya setelah mengalami beberapa tahapan pengolahan, diantaranya pencucian, pengupasan, pamarutan, perendaman, penyaringan, pengendapan, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan. Pati ganyong dibuat dari tanaman ganyong yaitu tanaman umbi-umbian yang termasuk dalam tanaman dwi tahunan (2 musim) dan mengalami masa istirahat dari satu tahun ke tahun berikutnya, daun-daunnya mengering lalu tanamannya hilang sama sekali dari permukaan tanah. Pada musim hujan tunas akan keluar dari mata-mata umbi atau rhizomanya. Tanaman ini berasal dari Amerika Selatan, tapi sekarang telah tersebar di Indonesia, di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Bali. Ganyong ditanam sebagai tanaman sela bersama jagung setelah panen padi gogo (9, 10).

Rhizoma atau umbi ganyong bila sudah dewasa dapat dimakan dengan mengolahnya terlebih dahulu, atau untuk diambil patinya. Waktu panen umbi sangat tergantung dari daerah tempat menanamnya. Di dataran rendah sudah bisa dipanen pada umur 6 - 8 bulan, sedang di daerah yang hujannya sepanjang tahun, waktu panennya lebih lama, yaitu pada umur 15 - 18 bulan. Umbi yang sudah dewasa ditandai dengan menguningnya batang dan daun tanaman (9, 10).

Deskripsi Tanaman (9, 10, 11)

Bentuk tanaman ganyong adalah berumpun dan merupakan tanaman herba, semua bagian vegetatif yaitu batang, daun, serta kelopak bunganya sedikit berkilin. Tanaman ganyong tetap hijau sepanjang hidupnya. Warna batang, daun, pelepah, dan sisik umbinya tergantung pada varietasnya. Tinggi tanaman ini 0,5-2 m, jika diukur lurus, panjang batangnya bisa mencapai 3 meter yaitu dari ujung tanaman sampai ujung rhizoma atau sering disebut umbi. Tanaman dan umbi ganyong dapat dilihat pada Gambar 2.

- Batang
Tegak, tidak berkayu, beruas-ruas, diameter \pm 3 cm, berwarna hijau atau ungu kehijauan
- Daun
Tunggal, bulat telur, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, panjang 17-45 cm, lebar 13-30 cm, pertulangan menyirip, pelepah 10-15 cm, berwarna hijau

- Bunga

Majemuk, bentuk bulir atau tandan, terletak di ujung batang, bertangkai pendek atau duduk, kuning berbintik-bintik merah, kelopak lanset, ujung runcing, panjang 1-1,5 cm, berwarna hijau, benang sari lanset atau bulat telur, mahkota bentuk tabung dengan panjang 5-9 cm, berwarna kuning berbintik-bintik coklat

- Buah

Kotak, bulat panjang ± 3 cm, permukaan tidak rata dan berwarna hijau

- Biji

Bulat, kecil, berwarna putih ketika masih muda dan hitam setelah tua

- Akar

Serabut, berwarna putih

Klasifikasi Tanaman (10, 11)

Dunia : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledonae

Bangsa : Zingiberales

Suku : Cannaceae

Marga : Canna

Jenis : *Canna edulis* Ker.

Nama umum/dagang : Ganyong

Nama daerah : Sumatera (Laos Mekah, Ubi Pikul, Ganyu), Jawa (Ganyol, Ganyong, Banyur)

Di Indonesia dikenal dua kultivar atau varietas ganyong, yaitu ganyong merah dan ganyong putih (9, 10). Perbedaan sifat dan morfologi antara ganyong merah dan ganyong putih adalah :

1. Ganyong Merah

- Warna batang, daun, dan pelepahnya berwarna ungu atau merah
- Batang lebih besar
- Lebih tahan kena sinar dan tahan kekeringan
- Sulit menghasilkan biji
- Hasil umbi basah lebih besar tapi kadar patinya rendah
- Umbi biasanya dimakan segar (direbus)

2. Ganyong Putih

- Warna batang, daun, dan pelepahnya hijau serta warna sisik umbinya kecoklatan
- Batang lebih kecil dan lebih pendek
- Kurang tahan kena sinar tetapi tahan kekeringan
- Selalu menghasilkan biji
- Hasil umbi basah lebih kecil tetapi kadar patinya tinggi
- Hanya dimanfaatkan patinya

Komponen Kimia Tanaman (9, 10, 11)

Beberapa senyawa yang terkandung dalam umbi ganyong adalah 2-terpene, flavonoid, 6 substansi phenol, saponin, 4-coumarin, dan alkaloid. Di samping itu bunga tanaman ganyong mengandung saponin, flavonoid, dan polifenol.

Khasiat Tanaman (10, 11)

Umbi ganyong dapat dimanfaatkan untuk mengobati keputihan, sakit kuning, pembengkakan kelenjar limpa, kencing batu, tekanan darah tinggi, menurunkan suhu tubuh, dan batuk darah. Tepung dari umbi tanaman ganyong berkhasiat sebagai obat lambung.

Pati Ganyong Terpregelatinasi Sempurna

Gelatinisasi adalah fenomena khas yang ditunjukkan oleh pati pada saat pati dipanaskan dengan adanya air yang cukup. Pada proses gelatinisasi terjadi pembengkakan granula pati secara luar biasa. Jika suhu terus dinaikkan maka molekul granula pati bergetar sehingga dapat memutuskan ikatan antar molekul pati dan mengikat air dengan ikatan hidrogen. Jika pemanasan dilanjutkan dengan suhu yang lebih tinggi sampai pembengkakan granula pati menjadi maksimum, lalu pecah maka akan terjadi gelatinisasi pati. Suhu dimana granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi tergantung pada konsentrasi pati. Semakin

kental larutan, suhu gelatinisasi semakin lambat tercapai, sampai kekentalan tidak bertambah, bahkan turun (28, 29).

Pati pregelatinasi adalah pati yang diperoleh melalui modifikasi fisika untuk memecah granul pati dengan melibatkan adanya air. Selanjutnya pati dikeringkan dengan tujuan untuk meningkatkan kompresibilitas dan karakteristik alirannya. Pati ini dapat larut dalam air dingin dan membentuk pasta atau gel dengan pemanasan (15, 27). Secara umum perubahan yang terjadi selama proses pemanasan suspensi pati diikuti dengan pendinginan adalah pengembangan granula yang disebabkan oleh imbibisi air karena ikatan hidrogen yang melemah, hilangnya sifat *birefringence* atau kristalinitas yang dapat diamati dengan menggunakan mikroskop polarisasi, kejernihan yang meningkat dan kenaikan kekentalan secara cepat (29, 30, 31). Sifat *birefringence* adalah sifat granula pati yang dapat merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga di bawah mikroskop polarisasi membentuk bidang berwarna biru dan kuning. Warna biru dan kuning pada permukaan granula pati disebabkan adanya perbedaan indeks refraktif yang dipengaruhi oleh struktur molekuler amilosa dalam pati. Bentuk heliks dari amilosa dapat menyerap sebagian cahaya yang melewati granula pati (29, 30).

Berdasarkan metode pembuatan dan rusaknya granul pati, pati terpregelatinasi dibagi menjadi dua golongan, yaitu pregelatinasi sempurna dan pregelatinasi sebagian (parsial) (15). Pregelatinasi sempurna diperoleh dengan cara pemanasan suspensi pati yang mengandung air tidak kurang dari 42% b/b berat pati pada suhu 62°-72°C. Penambahan zat kimia seperti

garam/basa dan surfaktan dapat dilakukan pada suspensi pati dengan tujuan untuk mengontrol hidrasi atau mengurangi penempelan/pelengketan selama proses pengeringan. Setelah proses pemanasan, dilakukan pengeringan yang terdiri atas beberapa metode yaitu *spray-dried*, *roll-dried*, *extruded/drum-dried*. Sedangkan pregelatinasi parsial dibuat dengan melewati suspensi pati dalam air melalui drum panas sehingga massa pati mengering. Pati ganyong terpregelatinasi parsial mengandung bagian yang larut dan tidak larut. Partikel yang besar dari granul-granul pati terpregelatinasi memperlihatkan aliran yang lebih baik daripada pati yang belum terpregelatinasi (32, 33).

BAB III

BAHAN DAN CARA KERJA

3.1 BAHAN

3.1.1 Bahan Penelitian

Ekstrak kering akar tanaman *Acalypha indica* dengan kadar 20% (PSOBA Farmasi UI yang dibuat oleh Phytochemindo), pati ganyong HM cozp (Gabungan Kelompok Tani "Harapan Mulya", Ciamis, Jawa Barat)

3.1.2 Bahan Kimia

Asam sitrat monohidrat (CV. Charisma), asam tartrat (CV. Charisma), natrium bikarbonat (Harum Kimia), sukrosa, PEG 6000 (Bayer), laktosa (Bayer) dan Tween 80 (Brataco).

3.2 ALAT

Double drum dryer (R, Simon Driers, Inggris), *boiler* (Fulton), *steamer* (Korimat), disk mill, ayakan, timbangan analitik, oven, pH meter, alat uji waktu alir (Erweka AR 40, Jerman), viskometer bola jatuh (Haake Viscometers, Jerman), *Scanning Electron Microscope* (Oxford model 6599), *moisture balance* (Adam AMD 50, Amerika Serikat), alat uji distribusi partikel, dan alat-alat gelas.

3.3 CARA KERJA

3.3.1 Pembuatan Pati Ganyong Terpregelatinasi Sempurna (PGTS)

- a. Pembuatan PGTS diawali dengan pembuatan suspensi pati ganyong dengan konsentrasi 50% kemudian dipanaskan dengan *boiler* dan dipanaskan lebih lanjut menggunakan *steamer* pada suhu 100°C selama 15 menit agar kerusakan granul pati terjadi dengan sempurna.
- b. Suspensi tersebut dimasukkan ke dalam alat *double drum dryer* pada suhu 80°C ± 5°C dan akan menghasilkan lapisan tipis berwarna putih kecoklatan.
- c. Lapisan atau serpihan-serpihan tipis yang diperoleh digiling menggunakan alat disk mill dan diayak dengan ayakan mesh 80.

3.3.2 Rancangan Formula

Formulasi suspensi kering efervesen dibuat dalam 3 formula yaitu formula A, B, dan C dengan variasi konsentrasi dilakukan pada campuran efervesen untuk melihat pengaruhnya terhadap ketiga formulasi. Sedangkan ekstrak kering akar *A. indica* dan PGTS digunakan dalam jumlah yang tetap. Jumlah PGTS yang digunakan didasarkan pada penelitian sebelumnya dimana pada konsentrasi 2,1 g dalam 10 g sediaan, PGTS dapat menghasilkan suspensi yang baik (13).

Dosis ekstrak kental akar *A. indica* dalam satu hari adalah 2,05 g sehingga ekstrak kering akar *A. Indica* yang digunakan dalam satu hari adalah 10,25 g dengan kadar 20% (2). Dengan pertimbangan pemberian tiga kali sehari maka dosis yang diberikan adalah 3,4 g. Untuk pemakaiannya suspensi kering efervesen ini dilarutkan dalam 200 ml air biasa, diaduk dan segera diminum hingga habis.

Tabel 1
Formula suspensi kering efervesen ekstrak akar *A. indica*

Bahan	Formula Suspensi Kering Efervesen Ekstrak Akar <i>A. indica</i> (10 g)		
	Formula A (g)	Formula B (g)	Formula C (g)
Ekstrak akar <i>A. indica</i>	3,4	3,4	3,4
Asam sitrat monohidrat	0,32	0,4	0,48
Asam tartrat	0,64	0,8	0,96
Natrium bikarbonat	1,08	1,36	1,63
PGTS	2,1	2,1	2,1
Tween 80	0,01	0,01	0,01
PEG 6000	0,2	0,2	0,2
Sukrosa	1	1	1
Laktosa	1,48	0,96	0,47

Keterangan : PGTS = Pati ganyong terpregelatinasi sempurna
PEG = Polietilen glikol

3.3.3 Pembuatan suspensi kering efervesen formula A, B, dan C

- a. Asam sitrat dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 60 mesh, dipanaskan dalam oven suhu 50°C selama 30 menit hingga diperoleh kadar air asam sitrat 2-3%.
- b. Asam sitrat dikeluarkan dari oven lalu dicampur dengan asam tartrat dan natrium bikarbonat hingga homogen.
- c. Ekstrak akar kucing, PGTS, Tween 80, PEG 6000, laktosa, dan sukrosa dicampur hingga homogen di tempat terpisah.
- d. Kedua bahan yang telah homogen dicampur, kemudian diaduk kembali hingga rata dan homogen.
- e. Serbuk yang dihasilkan kemudian diletakkan di atas lempeng atau nampan yang sesuai, masukkan ke dalam oven selama 15 menit pada suhu 50°C.
- f. Selama proses pemanasan serbuk dibolak-balikkan dengan menggunakan spatel tahan asam. Setelah serbuk berbentuk seperti spon kemudian serbuk dikeluarkan, dibuat granul dengan nomor ayakan 16 mesh.
- g. Granul dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C.

3.3.4 Sifat Pati Ganyong Terpregelatinasi Sempurna (PGTS)

a. Warna

Sejumlah PGTS dilarutkan dalam aquades kemudian diaduk hingga larutan homogen. Selanjutnya warna larutan PGTS yang terbentuk diamati.

b. Uji *Birefringence* (13)

Sejumlah bahan ditambah beberapa tetes aquades, diletakkan di atas kaca objek alat mikroskop polarisasi kemudian ditutup dengan kaca penutup. Perbesaran mikroskop diatur sampai didapat gambar yang jelas, selanjutnya gambar yang terdapat di mikroskop direkam oleh kamera yang menyatu pada alat.

c. Kadar Air (13, 32)

Wadah aluminium ditaruh di atas cakram pada alat kemudian ditutup dan ditara. Setelah itu, 2 g sampel diletakkan ke atas wadah aluminium secara merata dan temperatur diatur pada suhu 105°C. Kemudian nilai yang terbaca pada alat dicatat.

d. Bentuk Partikel (33)

Bentuk partikel diamati dengan menggunakan alat *Scanning Electron Micrograph* (SEM). Sampel ditempelkan pada *specimen holder* dengan memakai perekat khusus, lalu dimasukkan ke vacuum evaporator SEM S 500 Coating Unit Tabb selama 15 menit. Tujuannya adalah melapisi pati dengan emas (Au) agar permukaan

pati menjadi konduktif. Emas dipijar pada tingkat kevakuman tertentu sampai menguap. Uap emas akan melapisi bahan yang ditempelkan pada *holder*. *Holder* berisi sampel dimasukkan ke alat SEM lalu diperiksa. Permukaan serbuk pati akan menghantarkan elektron sehingga dapat ditangkap oleh detektor dan bentuk partikelnya dapat diamati pada layar.

e. Waktu Alir (13)

PGTS sebanyak 20 g ditimbang kemudian diletakkan dalam corong pada alat uji dan diratakan kemudian dicatat waktu yang terbaca pada alat.

3.3.5 Evaluasi Suspensi Kering Efervesen Ekstrak Akar *A.indica*

a. Organoleptis

Uji organoleptis meliputi warna, aroma, dan rasa dari sediaan suspensi kering efervesen sehingga diketahui kondisi dan penampilan dari sediaan tersebut. Suspensi kering efervesen dilarutkan dalam air minum, kemudian dilihat rasa, warna, dan aroma yang dihasilkan.

b. Uji Waktu Alir (7, 34)

Uji waktu alir dilakukan untuk mengetahui lama waktu dan mudahnya sediaan suspensi kering efervesen mengalir. Suspensi kering efervesen dimasukkan dalam corong alat uji dan diratakan.

Waktu yang diperlukan seluruh granul untuk melalui corong tersebut dicatat dan ditimbang.

c. Penentuan Sudut Istirahat (5, 7)

Sudut istirahat diketahui dengan cara perhitungan cotangent antara tinggi kerucut yang terbentuk dan garis tengah alas kerucut dari granul yang mengalir melalui corong pada butir di atas. Perhitungan sudut istirahat dapat dilihat pada Lampiran 1.

d. Uji Kadar Air (34)

Uji kadar air ditetapkan dengan cara memasukkan 2 g suspensi kering efervesen dalam alat *moisture balance* yang sebelumnya telah ditara, kemudian diukur kadar airnya dengan menekan tombol start, maka akan diperoleh persentase kadar air.

e. Distribusi Ukuran Partikel (6)

Distribusi ukuran partikel diperoleh dengan metode pengayakan. Sebanyak 20 g suspensi kering efervesen ditimbang, selanjutnya dimasukkan dan diratakan dalam ayakan yang terdiri atas 4 ayakan. Alat diukur pada kecepatan 20 rpm selama 15 menit. Setiap granul yang tertahan pada masing-masing ayakan ditimbang untuk diketahui persentasenya.

f. Waktu Rekonstitusi (13)

Dilakukan untuk mengetahui bahwa hasil formulasi memiliki waktu rekonstitusi yang berbeda pada tiap formula dengan jumlah campuran efervesen yang berbeda. Sebanyak 10 g suspensi

kering efervesen dilarutkan dalam 200 ml air minum. Pengamatan dilakukan terhadap kecepatan suspensi kering efervesen terlarut. Semakin cepat waktu rekonstitusi maka sediaan tersebut semakin baik.

g. Uji pH (6)

Kalibrasi elektroda dari pH meter dengan larutan dapar kemudian sebanyak 5 g granul efervesen dilarutkan dalam 100 ml air, celupkan elektroda ke dalam larutan dan diukur pH larutan.

h. Uji Viskositas (3)

Larutkan 10 g suspensi kering efervesen dalam 200 ml air kemudian masukkan ke dalam tabung viskometer bola jatuh. Masukkan bola kaca boron silica kemudian balik tabung viskometer, hitung waktu yang dibutuhkan bola untuk melewati 2 tanda pada tabung. Bila viskositas larutan terlalu tinggi maka akan mempengaruhi kenyamanan pada saat dikonsumsi

i. Uji Higroskopisitas (13)

Masukkan 2 g granul ke dalam pot plastik, tiap formula diberi perlakuan yang berbeda, yaitu :

Pot 1 : Pot plastik terbuka tanpa diberi silika gel

Pot 2 : Pot plastik terbuka dengan silika gel

Pot 3 : Pot plastik tertutup tanpa diberi silika gel

Pot 4 : Pot plastik tertutup dengan silika gel

Uji dilakukan selama 5 hari dalam ruangan dengan suhu kamar, setiap hari pot ditimbang kemudian pertambahan bobot yang terjadi dicatat.

j. Uji Kesukaan (Hedonik) (35, 36, 37)

Formula suspensi kering efervesen yang telah direkonstitusi dengan air dicoba oleh panelis dan panelis memberikan pendapat terhadap warna, rasa, dan aroma dari formula yang dibuat berdasarkan selera mereka. Panelis sebelumnya diberikan form atau angket yang berisi data-data yang harus diisi panelis setelah mencoba larutan yang diberikan. Data angket tersebut diuji dengan menggunakan *Kruskal-Wallis test* dan *Mann-Whitney test* dengan menggunakan program SPSS 15.0

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

4.1.1 Pati Ganyong Terpregelatinasi Sempurna (PGTS)

Pati ganyong terpregelatinasi sempurna yang diperoleh berbentuk serbuk dengan warna lebih coklat dibandingkan dengan pati ganyong yang belum terpregelatinasi (PG). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.

4.1.2 Sifat Pati Ganyong Terpregelatinasi Sempurna (PGTS)

a. Warna pada larutan

Hasil pengamatan warna terhadap larutan PGTS menunjukkan bahwa larutan PGTS berwarna lebih jernih dibandingkan dengan larutan PG. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

b. *Birefringence*

Pengujian sifat *birefringence* terhadap PG dan PGTS menunjukkan hasil bahwa sifat *birefringence* PG masih terlihat jelas, sedangkan sifat *birefringence* pada PGTS tidak terlihat lagi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

c. Bentuk Partikel

Hasil *Scanning Electron Micrograph* (SEM) menunjukkan bahwa partikel PG berbentuk bulat telur dan oval, sedangkan partikel PGTS pipih tidak beraturan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

d. Kadar Air

Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa kadar air PG lebih besar dibandingkan dengan PGTS. Kadar air pada PG 15,77% dan PGTS 6,56%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.

e. Waktu Alir

Pengujian waktu alir yang dilakukan menunjukkan hasil bahwa PGTS dapat mengalir lebih baik dibandingkan PG. Pati ganyong yang belum terpregelatinasi tidak dapat mengalir, sedangkan PGTS mengalir selama 0,3 detik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.

4.1.3 Evaluasi Suspensi Kering Efervesen Ekstrak Akar *A.indica*

a. Uji Organoleptis

Suspensi kering efervesen yang telah dilarutkan dalam air menghasilkan larutan berwarna coklat, keruh, rasa yang sedikit asam dan manis serta mempunyai aroma seperti mocca. Bentuk granul dan larutan suspensi kering efervesen yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.

b. Uji Waktu Alir

Pengujian waktu alir menunjukkan hasil bahwa formula C memiliki waktu alir terbesar yaitu 4 detik dan formula B memiliki waktu alir terkecil sebesar 3,6 detik. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

c. Penentuan Sudut Istirahat

Hasil pengukuran sudut istirahat menunjukkan bahwa suspensi kering efervesen formula A, B dan C mempunyai sudut istirahat antara 25° - 45° yang tergolong baik. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

d. Uji Kadar Air

Hasil pengujian kadar air pada masing-masing formula menunjukkan bahwa formula B memiliki kadar air terkecil sebesar 0,81% dan formula A memiliki kadar air terbesar, yaitu 1,05%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

e. Distribusi Ukuran Partikel

Distribusi ukuran partikel diperoleh dengan metode pengayakan. Dari metode pengayakan didapatkan persentase suspensi kering efervesen yang tertinggal pada tiap ayakan. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

f. Waktu Rekonstitusi

Pengujian waktu rekonstitusi menunjukkan hasil bahwa formula C mempunyai waktu rekonstitusi paling cepat yaitu 20 detik dan

formula A mempunyai waktu rekonstitusi paling lama yaitu 29 detik.

Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

g. Uji pH

Pengujian pH dengan pH meter menunjukkan hasil bahwa formula C memiliki pH terkecil yaitu 5,41 dan formula A memiliki pH terbesar yaitu 5,63. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

h. Uji Viskositas

Pengujian viskositas menunjukkan hasil bahwa formula C memiliki viskositas paling tinggi yaitu 0,1795 poise dan formula B memiliki viskositas terkecil yaitu 0,1609 poise. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

i. Uji Higroskopisitas

Pengujian higroskopisitas menunjukkan hasil bahwa perlakuan terhadap pot plastik tertutup menggunakan silica gel menghasilkan persentase perubahan bobot paling kecil dan perlakuan terhadap pot plastik terbuka tanpa silica gel menghasilkan persentase perubahan bobot paling besar. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

j. Uji Kesukaan (Hedonik)

Untuk uji kesukaan, data angket yang diisi oleh panelis diolah dengan program SPSS 15.0 dengan nilai signifikansi (α) = 0,05 menggunakan uji Kruskal-Wallis. Dari uji ini diperoleh nilai signifikansi untuk warna $\alpha \geq 0,05$ artinya tidak ada perbedaan

bermakna kesukaan terhadap warna dari formula suspensi kering efervesen yang dibuat. Untuk rasa diperoleh nilai signifikansi $\alpha < 0,05$ artinya ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa dari formula suspensi kering efervesen yang dibuat. Untuk aroma diperoleh nilai signifikansi $\alpha \geq 0,05$ artinya tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap aroma dari formula suspensi kering efervesen yang dibuat. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6, 7, dan 8.

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Pati Ganyong Terpregelatinasi Sempurna

Pati ganyong berasal dari umbi tanaman ganyong yang memiliki kandungan gizi dan serat yang tinggi sehingga banyak diminati masyarakat sebagai pengganti makanan pokok. Selain untuk memenuhi kebutuhan pangan, umbi dan bagian lain dari tanaman ganyong juga digunakan sebagai obat tradisional untuk mengobati berbagai penyakit (9, 10, 11). Dengan banyaknya manfaat tanaman ganyong bagi masyarakat, melatarbelakangi dilakukannya penelitian untuk menggunakan tanaman ganyong sebagai salah satu eksipien di bidang farmasi. Bagian tanaman ganyong yang dapat dikembangkan sebagai eksipien adalah pati dari umbi tanaman ganyong, dengan terlebih dahulu dilakukan modifikasi sehingga memiliki karakteristik

yang lebih baik. Salah satu modifikasi yang dilakukan adalah pregelatinasi pati ganyong.

Pati yang telah mengalami pregelatinasi memiliki sifat alir dan viskositas yang lebih baik serta dapat digunakan sebagai bahan tambahan (eksipien) dalam sediaan farmasi. Pregelatinasi pati dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pregelatinasi parsial dan pregelatinasi sempurna (15). Dalam penelitian ini dibuat pati ganyong terpregelatinasi sempurna dengan cara membuat suspensi pati ganyong terlebih dahulu menggunakan air dengan konsentrasi 50% untuk menghasilkan konsistensi suspensi yang cukup sehingga mempermudah pengaliran pati ke dalam *double drum drier*. Air penting untuk proses gelatinasi karena air akan masuk ke dalam molekul pati dan mengikatnya. Penambahan suspensi ini kemudian dipanaskan dengan *boiler* dan *steamer* pada suhu $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sehingga terjadi kerusakan struktur pada pati secara sempurna dan berlangsung dalam waktu yang lebih lama dan ditandai dengan hilangnya sifat *birefringence*. Secara umum perubahan yang terjadi selama proses pemanasan suspensi pati diikuti dengan pendinginan adalah pengembangan granula yang disebabkan oleh imbibisi air karena kelemahan ikatan hidrogen, hilangnya sifat *birefringence* atau kristalinitas yang dapat diamati dengan menggunakan mikroskop polarisasi, kejernihan yang meningkat, dan kenaikan kekentalan secara cepat (28).

4.2.2 Sifat Pati Ganyong Terpregelatinasi Sempurna

Sifat pati ganyong terpregelatinasi sempurna dapat dilihat dengan mengamati warna, *sifat birefringence*, bentuk partikel, kadar air, dan waktu alir. Pengamatan terhadap warna dilakukan untuk melihat perbedaan warna larutan antara PG dan PGTS. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa warna larutan PGTS lebih jernih dibandingkan PG. Hal ini disebabkan karena kerusakan struktur pati pada PGTS terjadi secara sempurna sehingga lebih mudah terjadi kontak dengan air dan menghasilkan warna yang lebih terang dibandingkan PG.

Ciri terbentuknya pati ganyong terpregelatinasi sempurna dapat dilihat dari hilangnya sifat *birefringence*. Sifat *birefringence* adalah sifat granula pati yang dapat merefleksi cahaya terpolarisasi sehingga di bawah mikroskop polarisasi membentuk bidang berwarna biru dan kuning. Warna biru dan kuning pada permukaan granula pati disebabkan oleh adanya perbedaan indeks refraktif yang dipengaruhi oleh struktur molekuler amilosa dalam pati. Bentuk heliks dari amilosa dapat menyerap sebagian cahaya yang melewati granula pati. Pada Gambar 5 terlihat bahwa pada PG muncul warna biru dan kuning pada granulnya yang menunjukkan PG masih memiliki sifat *birefringence* yang masih utuh. Sedangkan pada PGTS tidak terlihat warna biru dan kuning karena telah terjadi proses pregelatinasi pada suhu yang tinggi dan dalam waktu yang lama sehingga kerusakan granul pati terjadi secara sempurna.

Bentuk partikel PG dan PGTS dapat dilihat dari hasil uji SEM. Selama uji SEM, sampel dipaparkan pada ruangan vakum yang tinggi selama proses penyalutan emas. Tujuannya adalah agar sampel tersebut memiliki daya hantar dan dapat menghilangkan air atau pelarut lain yang dapat menyebabkan gambaran yang salah tentang morfologi permukaan. Partikel PG berbentuk bulat telur atau oval, sedangkan PGTS berbentuk pipih tidak beraturan. Hal ini disebabkan karena granul pati dari PGTS sudah pecah dalam proses pregelatinasinya. Ketika granul PG dipanaskan dalam proses pregelatinasi, granul pati mengembang dan dengan adanya panas menyebabkan putusannya ikatan lemah diantara molekul pati. Adanya pemanasan selama proses gelatinisasi juga menyebabkan kadar air pada pati menjadi berkurang. Pati ganyong memiliki kadar air yang lebih tinggi dari kadar air PGTS. Hal ini disebabkan karena pengeringan PG kurang optimal dan sifat higroskopisitas yang masih tinggi. PGTS menghasilkan kadar air yang lebih rendah karena telah mengalami pregelatinasi secara sempurna dengan adanya pemanasan sehingga air yang terdapat pada pati menjadi berkurang.

PGTS memiliki waktu alir yang lebih baik dibandingkan PG, hal ini karena sifat umum dari suatu pati yang mempunyai sifat alir yang buruk. PGTS memiliki waktu alir yang lebih baik yang membuktikan bahwa dengan adanya modifikasi pada pati yaitu pregelatinasi, dapat memperbaiki sifat alir pati yang kurang baik.

4.2.3 Evaluasi Suspensi Kering Efervesen Ekstrak Akar *A.indica*

Suspensi kering efervesen adalah suatu campuran padat yang ditambahkan air ketika akan digunakan untuk menghasilkan suspensi yang homogen dengan menghasilkan gas karbondioksida. Keuntungan suspensi kering efervesen sebagai bentuk sediaan adalah menghasilkan rasa yang enak karena mengandung karbonat. Hal ini disebabkan adanya reaksi karbonasi antara asam dan basa yang menyebabkan rasa sediaan yang ditimbulkan menjadi berbeda dengan sediaan pada umumnya, terutama sediaan berbentuk cair. Sediaan ini semakin menjadi daya tarik masyarakat karena mudah digunakan dan nyaman serta hanya membutuhkan air untuk melarutkannya dengan penyiapan larutan yang bisa dilakukan dalam waktu seketika yang mengandung dosis obat yang tepat.

Dalam penelitian ini digunakan bahan aktif akar *A.indica* dalam bentuk ekstrak kering dengan dosis yang cukup besar yaitu 10,25 g/hari. Ekstrak kering akar *A. indica* merupakan bahan yang tidak larut karena mengandung pengisi berupa amilum dan pengering berupa aerosil sebesar 80% dari keseluruhan ekstrak kering. Akibatnya larutan efervesen yang dihasilkan tidak jernih, oleh karena itu sediaan granul efervesen dibuat dalam bentuk suspensi kering. Untuk menghasilkan suspensi dengan viskositas yang baik, maka digunakan bahan pensuspensi PGTS yang merupakan modifikasi fisika dari PG. Sediaan suspensi kering efervesen ini dapat ditujukan untuk obat yang tidak stabil jika disimpan dalam periode waktu tertentu dengan adanya

pembawa air sehingga lebih sering diberikan dalam bentuk campuran kering. Pemilihan sediaan suspensi kering efervesen menjadi pilihan yang tepat untuk menghasilkan sediaan yang baik dan membentuk suspensi yang homogen ketika direkonstitusikan dengan air.

Penggunaan PGTS sebagai bahan pensuspensi dimaksudkan untuk menghasilkan viskositas suspensi yang baik. Hal ini telah diteliti sebelumnya dimana PGTS dapat memperbaiki viskositas larutan selain juga dapat memperbaiki sifat alir sediaan jika dibandingkan dengan penggunaan PG.

Dalam penelitian ini dibuat 3 formula, dimana perbedaannya terletak pada variasi campuran efervesen pada masing-masing formula yaitu 20%, 25%, dan 30%. Variasi campuran efervesen ini dilakukan untuk melihat formula yang menunjukkan hasil paling baik ketika dievaluasi. Sedangkan ekstrak akar *A.indica* dan bahan pensuspensi yaitu PGTS digunakan dalam jumlah yang sama pada tiap formula. Campuran efervesen yang digunakan adalah asam sitrat, asam tartrat, dan natrium bikarbonat dengan perbandingan 1:2:3,4. Kombinasi asam sitrat dan asam tartrat digunakan karena penggunaan asam tunggal akan menimbulkan kesulitan dalam pembentukan granul. Bila asam tartrat digunakan sebagai asam tunggal, granul yang dihasilkan akan mudah kehilangan kekuatannya dan menggumpal. Jika asam sitrat digunakan sebagai asam tunggal, akan menghasilkan campuran yang melekat dan sulit menjadi granul. Selain itu, campuran efervesen ini dipilih karena bahan-bahan tersebut mudah didapat dengan harga yang relatif murah dan tidak ada inkompatibel antara ketiga

bahan sehingga dapat menghasilkan sediaan yang diinginkan. Penambahan Tween 80 dimaksudkan sebagai zat pembasah untuk membantu kelarutan dari bahan yang kurang larut. Tween 80 merupakan surfaktan yang berfungsi untuk mengurangi tegangan antar muka padat-cair sehingga menjamin terjadinya pembasahan zat padat dengan seragam dan zat padat didispersikan dengan baik dalam fase air. Penggunaan sukrosa sebagai pemanis karena sukrosa mudah larut dalam air dan merupakan gula alami yang aman dikonsumsi. Pemilihan laktosa sebagai bahan pengisi karena laktosa mudah larut dalam air dengan perbandingan 1:6, sehingga ketika direkonstitusikan dalam air, laktosa tidak akan mengganggu pengamatan (6). Selain itu laktosa bersifat kompatibel dengan bahan lain yang digunakan dalam formula. Penggunaan PEG sebagai pelincir dimaksudkan untuk mempermudah sediaan dituang dari kemasan karena dapat memperbaiki sifat alir granul, selain itu PEG mudah larut dalam air sehingga tidak mengganggu pengamatan pada larutan (6, 15).

Pembuatan suspensi kering efervesen dilakukan secara granulasi peburan (metode kering) dan membutuhkan kondisi khusus pada saat proses pembuatannya yaitu ruangan dengan kelembaban rendah sekitar 25-40% dengan suhu ruangan 20°C. Untuk menunjang hal ini, maka ruangan pengerjaan suspensi kering efervesen dilengkapi dengan alat pendingin (*air conditioner*) dan dehumidifier. Cara kerja dehumidifer adalah dengan mengubah molekul udara yang lembab menjadi tetesan air menggunakan koil pendingin dan kipas kecil. Hal ini terjadi akibat tekanan udara yang tinggi

karena menurunnya suhu udara. Kandungan air di udara mengental dan menjadi tetesan air yang jatuh di satu wadah yang disebut wadah penampung (*collecting bucket*). Selain kondisi ruangan yang mendukung, pembuatan suspensi kering efervesen harus dikerjakan dengan cepat dan tidak terlalu lama terpapar udara terbuka karena bahan yang digunakan dalam formulasi bersifat higroskopis sehingga dapat mencegah formula mengandung kadar air yang berlebihan yang menyebabkan terjadi reaksi efervesen dini pada sediaan.

Pada proses pembuatan suspensi kering efervesen, pertama kali asam sitrat dihaluskan dengan ayakan 60 mesh untuk memantapkan keseragaman dan meratanya pencampuran. Setelah itu, asam sitrat dipanaskan hingga diperoleh kadar air asam sitrat 2-3% dan dicampur dengan asam tartrat dan natrium bikarbonat serta bahan lain secara homogen. Pencampuran ini dilakukan dengan cepat untuk mencegah penyerapan uap air dari udara. Selanjutnya dilakukan pemanasan pada sediaan yang telah tercampur homogen pada suhu optimal yaitu sekitar 50°C (5). Adanya pemanasan menyebabkan lepasnya air kristal dari asam sitrat sebagai langkah awal pembentukan granul dan menghasilkan karbondioksida (CO₂) ketika bereaksi dengan garam alkali karbonat. Setelah dipanaskan, sediaan kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran granul yang diinginkan yaitu dengan mesh 16. Setelah semua proses selesai, granul kemudian dikemas dalam kemasan yang tertutup rapat dan kedap. Hal ini diperlukan

untuk menghindari air yang dapat terserap ke dalam sediaan selama penyimpanan.

Evaluasi terhadap suspensi kering efervesen yang dilakukan meliputi uji organoleptis, uji waktu alir, penentuan sudut istirahat, uji kadar air, distribusi ukuran partikel, uji pH, waktu rekonstitusi, uji viskositas, uji higroskopisitas, dan uji kesukaan. Uji organoleptis yang dilakukan memberikan hasil larutan efervesen berwarna coklat, bau seperti mocca/kopi, rasa asam dan manis karena adanya karbonat yang dihasilkan.

Sediaan yang dihasilkan memiliki waktu alir yang kurang baik karena ukuran partikel yang cukup halus sehingga didominasi oleh gaya kohesi dan gaya gesek yang mempengaruhi sifat alir sediaan. Waktu alir ini dipengaruhi oleh komposisi formula yang dibuat terutama pelincir yang dapat memperbaiki sifat alir sediaan. Pengujian waktu alir penting dilakukan karena mempengaruhi kemudahan suspensi kering efervesen untuk dituang dari kemasan ke dalam wadah pada saat akan direkonstitusikan dengan air. Waktu alir yang baik dapat mempermudah sediaan dituang dari kemasan. Keterangan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 13.

Sifat alir suspensi kering efervesen juga dipengaruhi oleh sudut istirahat yaitu sudut maksimal yang mungkin terjadi antara permukaan suatu tumpukan serbuk dan bidang horizontal. Besar kecilnya harga sudut istirahat sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya gaya tarik dan gaya gesek antar partikel. Jika gaya tarik besar dan gaya gesek kecil maka granul akan lebih cepat dan lebih mudah mengalir. Seperti pada laju alir, sudut istirahat

menentukan kemudahan sediaan suspensi kering efervesen dituang dari kemasan ke wadah tempat suspensi kering efervesen tersebut direkonstitusikan dengan air. Semakin kecil sudut istirahat yang terbentuk maka sudut istirahat tersebut semakin baik. Sudut istirahat kecil dari 25° menunjukkan sifat alir yang istimewa, sudut istirahat $25^\circ-45^\circ$ menunjukkan sifat alir yang baik dan sudut istirahat besar dari 45° menunjukkan sifat alir yang kurang baik. Ketiga formula menunjukkan sudut istirahat antara $25^\circ-45^\circ$ sehingga dapat disimpulkan mempunyai sifat alir yang baik. Keterangan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 14.

Stabilitas fisik dan kimia dari sediaan suspensi kering efervesen dapat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung dalam sediaan. Adanya air dapat menyebabkan sediaan menjadi lembab sehingga dapat merusak penampilannya dan dapat menyebabkan terjadinya reaksi efervesen dini pada sediaan dalam kemasan. Reaksi dini dari campuran efervesen dapat menyebabkan keluarnya gas CO_2 yang akan mempengaruhi stabilitas zat aktif dan bentuk sediaan. Selain itu air juga dapat merusak kandungan zat aktif dalam ekstrak yang akan mempengaruhi khasiat obat ketika dikonsumsi. Ketiga formula memenuhi persyaratan kandungan air yang dimiliki oleh sediaan obat herbal yaitu tidak lebih dari 10%, data selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 15.

Kondisi granul yang terbentuk dapat diketahui dengan melihat distribusi ukuran partikel granul. Pada penelitian ini digunakan metode pengayakan dengan jumlah 4 ayakan yaitu mesh 25, 45, 60, dan 80. Ayakan

disusun berurutan mulai dari ayakan dengan nomor seri paling kecil di bagian paling atas sampai ayakan dengan nomor seri paling besar dibagian bawah dan pada bagian paling bawah diletakkan wadah untuk menampung hasil pengayakan. Sebelum digunakan, ayakan terlebih dahulu dibersihkan dan ditimbang. Untuk menguji ukuran partikel, sejumlah granul ditaruh pada suatu ayakan yang cocok dan digoyangkan secara mekanik. Granul tersebut digoyang-goyangkan selama waktu tertentu dan bahan yang melalui suatu ayakan ditahan oleh ayakan berikutnya yang lebih halus serta dikumpulkan, kemudian ditimbang. Jika pada saat pengayakan granul banyak tertahan di ayakan dengan mesh yang dikehendaki maka granul yang terbentuk tergolong baik dan cukup kuat untuk mempertahankan bentuknya dan tidak kembali menjadi serbuk. Dari data hasil pengayakan dapat dilihat persentase berat yang tertinggal dalam ayakan. Data tersebut dibuat dalam bentuk diagram untuk melihat distribusi ukuran partikelnya. Dari diagram dapat dilihat bahwa granul banyak tertahan di dasar wadah dan berbentuk serbuk. Hal ini disebabkan banyaknya jumlah amilum dalam sediaan yang digunakan sebagai pengisi ekstrak. Data hasil pengayakan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 16.

Syarat granul yang baik salah satunya memiliki kriteria mudah terdispersi dengan homogen pada saat dilarutkan. Kemudahan granul untuk direkonstitusi adalah karena granul merupakan kumpulan partikel-partikel dengan permukaan kasar yang memiliki ikatan antar partikel yang lemah. Ikatan antar partikel ini mudah rusak ketika terjadi kontak dengan air, serta

dengan bentuk granul yang berpori akan mempermudah masuknya air ke dalam granul sehingga terjadilah proses rekonstitusi. Proses rekonstitusi granul yang baik berlangsung kurang dari 1 menit (5, 7). Semakin cepat waktu rekonstitusi, akan menyebabkan sediaan menjadi lebih baik sehingga mempermudah konsumen untuk menggunakan sediaan tersebut karena tidak dibutuhkan waktu yang lama untuk mendispersikan larutan secara homogen. Data waktu rekonstitusi selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 17.

Suspensi kering efervesen yang telah direkonstitusi dengan sejumlah air diukur pH nya untuk mengetahui pH larutan yang dihasilkan karena pH dapat mempengaruhi kenyamanan pasien pada saat mengkonsumsi sediaan. Pengukuran pH dengan pH meter menunjukkan hasil bahwa ketiga formula mempunyai pH yang berbeda. Formula 1 memiliki pH 5,63; formula 2 memiliki pH 5,51; formula 3 memiliki pH 5,41. Pengukuran pH menunjukkan hasil yang cukup baik karena mendekati netral. Larutan suspensi kering efervesen mempunyai pH yang tidak terlalu asam sehingga aman untuk sediaan oral karena tidak membahayakan bagi lambung. Larutan suspensi kering efervesen juga tidak boleh mempunyai pH basa karena dapat menghasilkan rasa yang pahit. Formula yang mempunyai pH paling asam adalah formula dengan kadar campuran efervesen yang lebih banyak karena dihasilkan karbondioksida yang lebih banyak. Hal ini menyebabkan kondisi larutan efervesen menjadi lebih asam. Data pengukuran pH selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 18.

Larutan suspensi kering efervesen yang dihasilkan mempunyai kekentalan atau viskositas yang baik. Viskositas adalah suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir, semakin tinggi viskositas akan semakin besar tahananannya. Uji viskositas dilakukan dengan viskometer bola jatuh karena larutan yang diuji merupakan larutan newton. Uji viskositas penting dilakukan untuk mengetahui kekentalan larutan yang didispersikan. Kekentalan larutan yang dikonsumsi dengan cara diminum berpengaruh terhadap kenyamanan konsumen pada saat akan mengkonsumsi sediaan, jika larutan terlalu kental maka akan terasa tidak nyaman sewaktu diminum oleh konsumen. Data uji viskositas selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 19.

Selama proses pembuatan dan penyimpanan, sediaan suspensi kering efervesen yang mengandung bahan-bahan yang bersifat higroskopis dapat menyerap kelembaban sehingga menyebabkan sediaan menjadi rusak dan menurunkan kualitas sediaan baik secara fisika maupun kimia sehingga sediaan menjadi lembab atau kandungan zat aktif pada formula menjadi rusak. Selain itu, penyerapan air pada sediaan dapat menyebabkan terjadi reaksi dari campuran efervesen sebelum sediaan direkonstitusikan dengan air. Untuk itu perlu dilakukan uji higroskopisitas dengan melihat pengaruh kondisi penyimpanan terhadap sediaan agar dapat dilakukan antisipasi untuk menghindari terjadi penyerapan air oleh suspensi kering efervesen sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan pada sediaan.

Hasil uji higroskopisitas menunjukkan bahwa pada masing-masing formula yang paling banyak mengalami kenaikan bobot adalah formula dengan perlakuan 1 yaitu penyimpanan pada pot plastik tanpa tutup dan tidak diberi silika gel. Sedangkan yang paling sedikit mengalami kenaikan bobot adalah formula dengan perlakuan 4 yaitu penyimpanan pada pot tertutup dan diberi silika gel. Hal ini disebabkan karena granul dengan perlakuan 4 pada kondisi tertutup akan mengurangi keberadaan air di sekeliling sediaan dan membatasi kemungkinan masuknya uap air, selain itu dengan adanya silika gel juga dapat menyerap uap air yang masuk sehingga dapat melindungi kontak granul dengan uap air. Data perubahan bobot dan persentase perubahan bobot sediaan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 20.

Adanya perbedaan perubahan bobot suspensi kering efervesen yang terjadi setiap hari pada keempat perlakuan yang berbeda juga dibuktikan dengan uji ANOVA satu arah menggunakan program SPSS 15.0 (36, 37). Nilai signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$, jika $\alpha \geq 0,05$ maka H_0 diterima maka tidak ada perbedaan bermakna terhadap perubahan bobot suspensi kering efervesen setiap hari pada perlakuan yang berbeda. Jika nilai signifikansi $\alpha < 0,05$ maka H_0 ditolak maka ada perbedaan bermakna terhadap perubahan bobot suspensi kering efervesen setiap hari pada perlakuan yang berbeda. Dari hasil uji ANOVA satu arah diperoleh nilai signifikansi $\alpha < 0,05$ untuk Formula A, B, dan C yang berarti bahwa ada perbedaan bermakna terhadap perubahan bobot suspensi kering efervesen setiap hari pada perlakuan yang berbeda. Hasil analisis selengkapnya dapat

dilihat pada Lampiran 2. Berdasarkan uji higroskopisitas yang telah dilakukan dan hasil analisis yang diperoleh, dapat diambil kesimpulan kondisi penyimpanan akan mempengaruhi suspensi kering efervesen sehingga harus diperhatikan wadah yang akan digunakan agar dapat melindungi granul dari kerusakan dan pengaruh kelembaban.

Untuk uji kesukaan (hedonik) dilakukan dengan menyebarkan angket yang diisi oleh 20 orang panelis dengan memberikan pengarahannya bagaimana cara mengisi angket. Format angket yang disebarkan pada panelis dapat dilihat pada Lampiran 3. Panelis diminta mengisi nilai 1-5 dengan kategori tidak suka sampai agak suka. Hasil angket diolah dengan program SPSS 15.0 (36, 37). Data yang digunakan merupakan data dengan skala ordinal sehingga analisisnya menggunakan uji non parametrik. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan bermakna terhadap warna, rasa, dan aroma serta kesukaan secara keseluruhan maka data diolah menggunakan uji Kruskal-Wallis.

Untuk kesukaan terhadap warna, hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap warna suspensi kering efervesen. Berdasarkan data angket dari formula A sampai dengan formula C terlihat bahwa panelis lebih menyukai warna formula C dengan nilai persentase paling besar untuk kategori suka sampai sangat suka. Hal ini disebabkan warna larutan formula C lebih nyata. Analisis data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4 dan hasil data angket kesukaan terhadap warna dapat dilihat pada Tabel 6.

Untuk kesukaan terhadap rasa, hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak artinya ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa suspensi kering efervesen. Berdasarkan data angket dari formula A sampai dengan formula C terlihat bahwa panelis lebih menyukai rasa formula C dengan nilai persentase paling besar untuk kategori suka sampai agak suka. Hal ini disebabkan rasa larutan formula C lebih enak. Analisis data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5 dan hasil data angket kesukaan terhadap rasa dapat dilihat pada Tabel 7.

Untuk kesukaan terhadap aroma, hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap aroma suspensi kering efervesen. Berdasarkan data angket dari formula A sampai dengan formula C terlihat bahwa panelis mempunyai tingkat kesukaan yang hampir sama antara ketiga formula untuk kategori suka sampai agak suka. Namun secara keseluruhan, dari ketiga formula pemilihan kategori netral mempunyai persentase paling besar. Hal ini disebabkan pada formula belum ditambahkan aroma sehingga aroma pada larutan hanya berasal dari aroma ekstrak. Analisis data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6 dan hasil data angket kesukaan terhadap aroma dapat dilihat pada Tabel 8.

Selanjutnya dilakukan uji Mann-Whitney untuk mengetahui perbedaan secara bermakna terhadap rasa suspensi kering efervesen. Dari hasil uji Mann-Whitney untuk formula A dan B didapatkan nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap

rasa formula A dan B. Analisis selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7. Untuk formula A dan C didapatkan nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak artinya ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan C. Dari data angket dapat dilihat bahwa panelis lebih menyukai formula C dibandingkan formula A dengan persentase 50% untuk kategori agak suka sampai suka. Hal ini disebabkan rasa formula C lebih enak dengan jumlah karbonat yang lebih banyak. Analisis selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8. Sedangkan untuk formula B dan C didapatkan nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka H_0 diterima artinya tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula B dan C. Analisis selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

Kesimpulan dari hasil analisis data angket yang diisi oleh 20 orang panelis menunjukkan bahwa dari ketiga formula suspensi kering efervesen yang dibuat, tidak ada perbedaan secara bermakna kesukaan terhadap warna dan aroma, tetapi ada perbedaan secara bermakna kesukaan terhadap rasa larutan suspensi kering efervesen.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Suspensi kering efervesen yang diformulasi dengan bahan pensuspensi pati ganyong terpregelatinasi sempurna mempunyai sifat dan karakteristik fisik yang baik. Namun, ketika sediaan direkonstitusi dalam air, suspensi yang dihasilkan tidak seperti yang diharapkan.

5.2 SARAN

Membuat formulasi suspensi kering efervesen tanpa menggunakan bahan pensuspensi dengan penambahan perasa, aroma, dan warna yang sesuai untuk menghasilkan sediaan yang lebih baik dan menarik.

DAFTAR ACUAN

1. Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia II*. (Badan Litbang Kehutanan Jakarta, Penerjemah.). Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya. hlm: 1168.
2. Sujatna, F.D., Wiryowidagdo, S., Setiawati A., Azizahwati, Hanani E. dan Nafrialdi. 2006. *Protokol Uji Klinis Sediaan Jadi Ekstrak Akar dari Tanaman Akar Kucing (Acalypha Indica Linn.) sebagai Fitofarmaka Penurun Kadar Asam Urat Darah*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
3. Alviany, M. 2008. *Formulasi Suspensi Kering yang mengandung Ekstrak Akar Kucing (Acalypha indica Linn)*. Skripsi Sarjana Farmasi FMIPA UI. Depok.
4. Parrott, E.L. 1970. *Pharmaceutical Technology : Fundamental Pharmaceutics*. USA : Alpha Editions.
5. Ansel, H. 1989. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, edisi ke-4. (Farida Ibrahim, Penerjemah.). Jakarta : UI Press. hlm: 212-217, 355-363, 374.
6. Anonim. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia. hlm: 17-18, 48, 53, 488, 508, 601, 687, 762, 998-999, 1039, 1044-1046.
7. Lachman, L., Herbert A.L., dan Joseph L.K. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi Industri 2 edisi ketiga*. (Siti Suyatmi, Penerjemah.). Jakarta: UI Press.
8. Christanto, A. 2006. *Pembuatan dan Karakterisasi Pati Ganyong sebagai Eksiipien Farmasi*. Skripsi Sarjana Farmasi, FMIPA UI. Depok.
9. Susanto, A. dan Suhardianto, A. 2004. *Studi Tanaman Ganyong (Canna edulis) sebagai Alternatif Sumber Karbohidrat dalam Rangka Meningkatkan Ketahanan Pangan (Studi Kasus di Desa Jlegiwinangun, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah)*. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*, 5 (1).
10. Tanuwirya, E.H. 2007. *Budidaya Ganyong (Arrowroot)*. Sukamantri: Kelompok Tani Harapan Mulya. hlm: 11-19, 24-26, 30.

11. Syamsuhidayat, S.S. dan Hutapea, J.R. 1991. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia I*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. hlm: 110.
12. Belitz, H.-D dan Grosch, -W. 1987. *Food Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag. hlm: 250.
13. Satriani, R.P. 2008. *Formulasi Suspensi Kering Ekstrak Akar Acalypha indica Linn. (Akar Kucing) menggunakan Amilum Ganyong Pregel*. Skripsi sarjana Farmasi FMIPA UI. Depok.
14. Rahmah, S. 2006. *Formulasi Granul Effervescent Campuran Ekstrak Herba Seledri (Apium graveolens L.) dan Ekstrak Daun Tempuyung (Sonchus arvensis L.)*. Skripsi Sarjana Farmasi FMIPA UI. Depok.
15. Anonim. 2007. *U.S. Pharmacopoeia 30-NF 25*. USA: USPC.
16. Agoes, G. 2006. *Pengembangan Sediaan Farmasi*. Bandung: ITB. hlm: 251-263.
17. Liebermann, M.A., Martin, M.R. dan Gilbert, S.B. 1989. *Pharmaceutical Dosage Forms : Tablets volume 1 second edition*. New York: Marcel Dekker, Inc. hlm: 285-289, 294-297, 310-311.
18. Lestari, A.B.S. 2006. *Optimasi Formulasi Granul Effervescent Ekstrak temulawak dengan Kombinasi Asam Sitrat dan Asam Tartrat*. Seminar Ilmiah Nasional Hasil Penelitian "Fitofarmaka Immunomodulator Masa Kini". Yogyakarta.
19. Aulton, M.E. 1988. *Pharmaceutics the Science of Dossage form Design*. New York: Curchill Livingstone.
20. Wade, A. dan Weller, P.J. 1986. *Handbook of Pharmaceutical Excipients second edition*. Washington: American Pharmaceutical Association. hlm: 123, 252, 355, 375-376, 500, 522.
21. Rohanah, A. 2007. *Pembuatan Granul Effervescent Parasetamol dengan menggunakan Variasi Konsentrasi Komponen Asam Sitrat dan Garam Karbonat*. Skripsi Sarjana Farmasi FMIPA UI, Depok.
22. Azmahani, A., Somchit, M.N. dan Rosyilah A.R. 2002. *In Vitro Anti-Bacterial and Anti-Fungal Properties of Acalypha indica (Kucing Galak)*. Malaysia: Department of Biomedical Sciences, Faculty Medicine and Health Sciences.

23. Walter, T.M. 2000. *Review of Acalypha indica, Linn in Traditional Siddha Medicine*. India: Dept. of Gunapadam (Pharmacology).
24. Tjitrosoepomo, G. 1991. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. hlm: 152-155.
25. Hutapea, J.R. dkk. 1993. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia II*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. hlm: 5-6.
26. Valkenburg, J.L.C.H dan Bunyapraphatsara, N. (ed.). 2002. *Plant Resources of South-East Asia 12 (2), Medicinal and Poisonous Plants 2*. Leiden: Backhuys Publishers. hlm: 34-35.
27. Simalango, Ramjani. 2003. *Analisis Pendahuluan Kandungan Kimia Akar dan Herba serta Pola Kromatogram Fraksi Etanol Ekstrak N-heksana Herba Acalypha indica Linn. yang Tumbuh di Depok*. Skripsi Sarjana Farmasi FMIPA UI. Depok.
28. Winarno, W.G. 1984. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. hlm: 29-31.
29. Richana, N. dan Suarni. 2008. *Teknologi Pengolahan Jagung*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen.
30. Fennema, O.R. (ed.). 1985. *Food Chemistry*. New York and Basel: Marcel Dekker Inc. hlm: 114.
31. Beynum, G.M.A.V. dan Roels, J.A. (ed.). 1985. *Starch Conversion Technology*. New York: Marcel Dekker Inc. hlm: 31-32.
32. Fajri, P. 2007. *Profil Laju Larut Tablet Ketoprofen menggunakan Pati Ganyong Terpregelatinasi Parsial sebagai Pembawa*. Skripsi Sarjana Farmasi FMIPA UI. Depok.
33. Pujiastuti, R. 2007. *Pembuatan dan Karakterisasi Amilum Ganyong Terpregelatinasi sebagai Bahan Pengikat dalam Tablet Cetak Langsung*. Skripsi Sarjana Farmasi, FMIPA UI. Depok.
34. Lachman, L., Herbert A.L. dan Joseph L.K. 1989. *Teori dan Praktek Farmasi Industri 1 edisi ketiga*. (Siti Suyatmi, Penerjemah.). Jakarta: UI Press. hlm: 715-716.
35. Wagiyono. 2003. *Menguji Kesukaan Secara Organoleptik*. Jakarta: Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum, Direktorat Pendidikan

Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

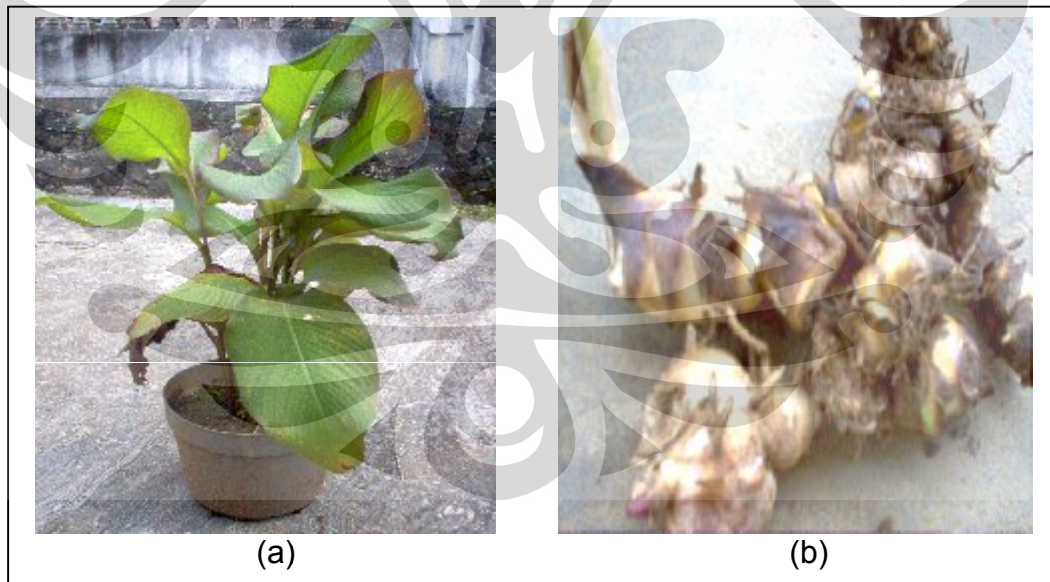
36. Hastono, S.P. 2007. *Analisis Data Kesehatan*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
37. Achyar, A. 2005. *Analisa Statistik dengan Software SPSS untuk Bisnis dan Manajemen*. Depok: Departemen Manajemen fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.







Gambar 1. Tanaman akar kucing (*Acalypha indica* Linn.)



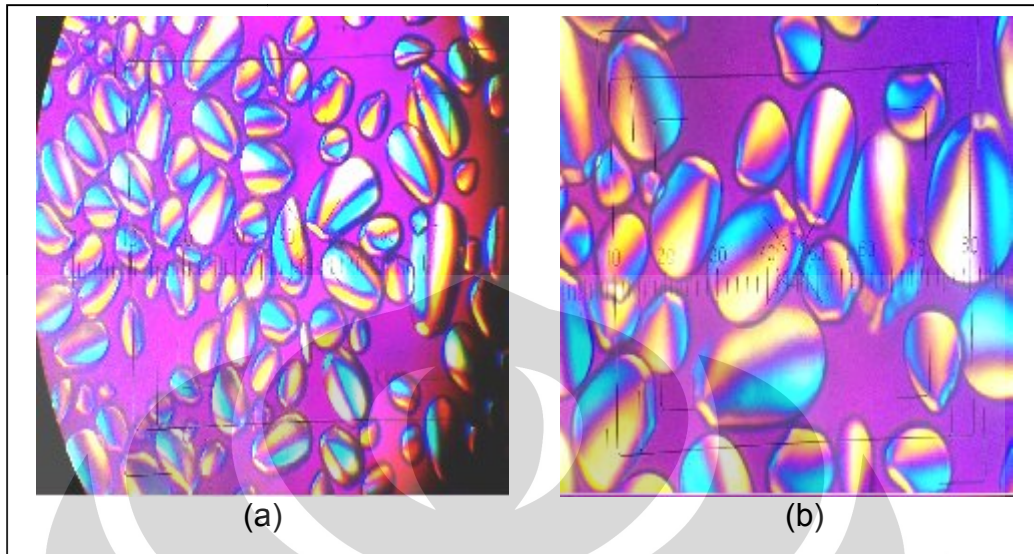
Gambar 2. (a) Tanaman ganyong (b) Umbi ganyong



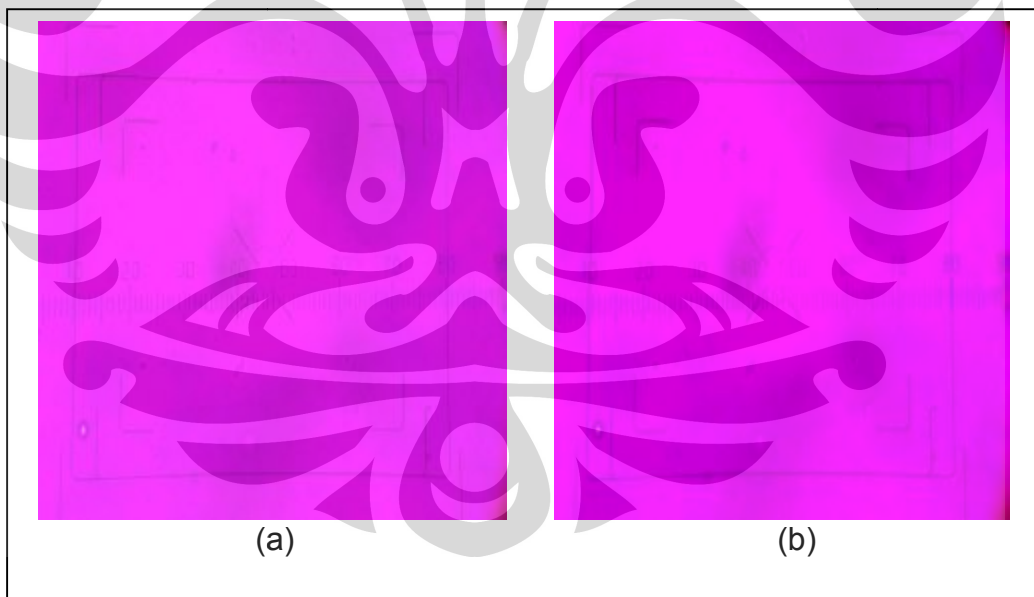
Gambar 3. (a) Pati ganyong (b) Pati ganyong terpregelatinasi sempurna



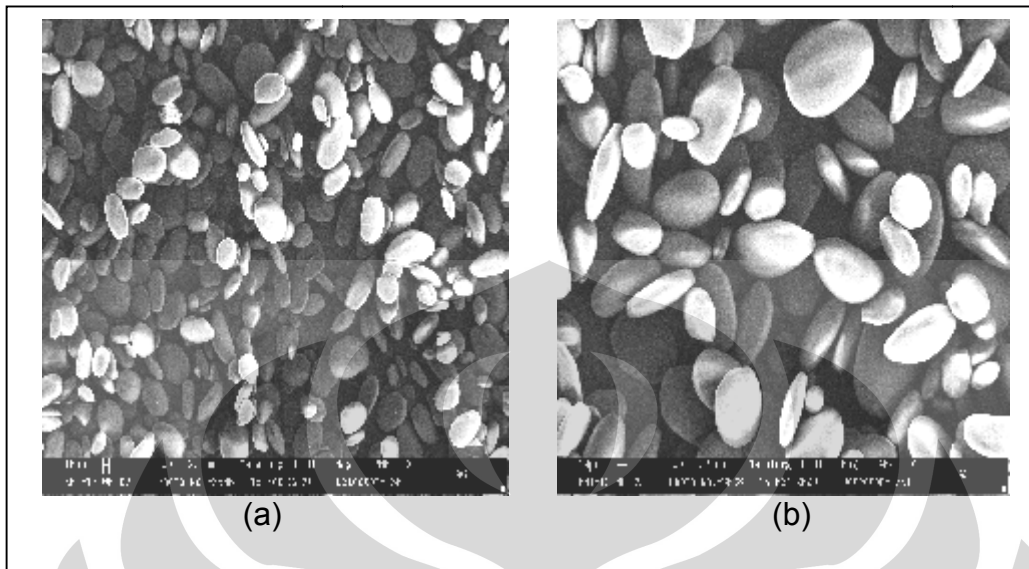
Gambar 4. Larutan pati ganyong dan pati ganyong terpregelatinasi sempurna



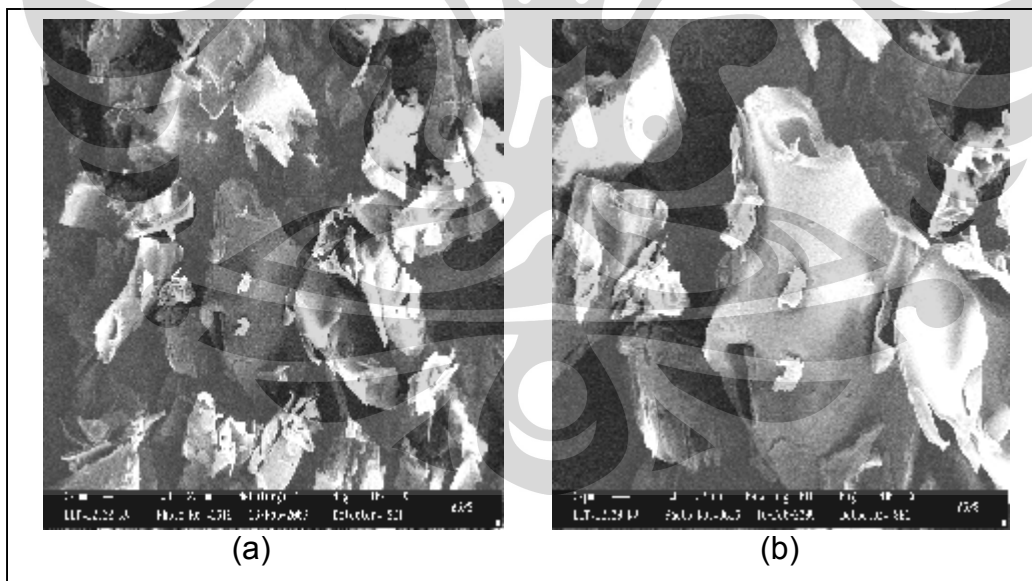
Gambar 5. Uji *birefringence* pati ganyong
 Keterangan: (a) perbesaran 200x (b) perbesaran 400x



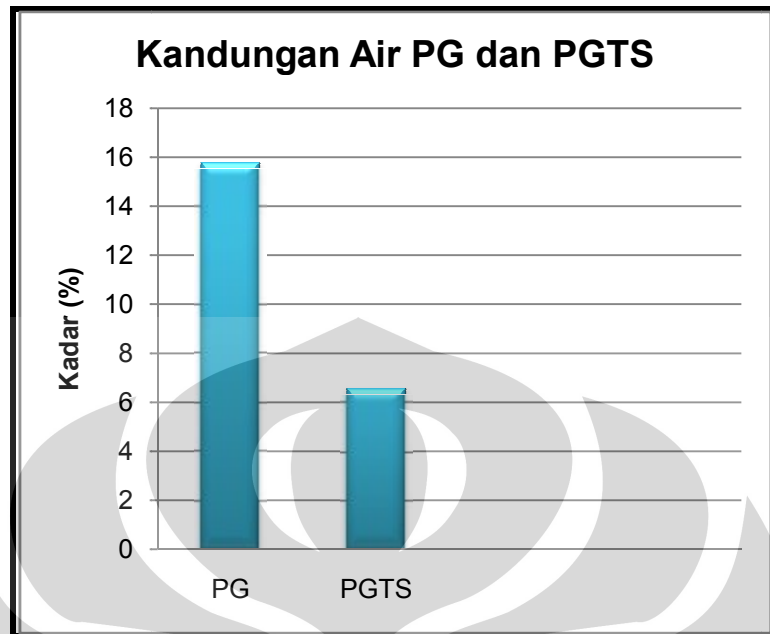
Gambar 6. Uji *birefringence* PGTS
 Keterangan: (a) perbesaran 200x (b) perbesaran 400x



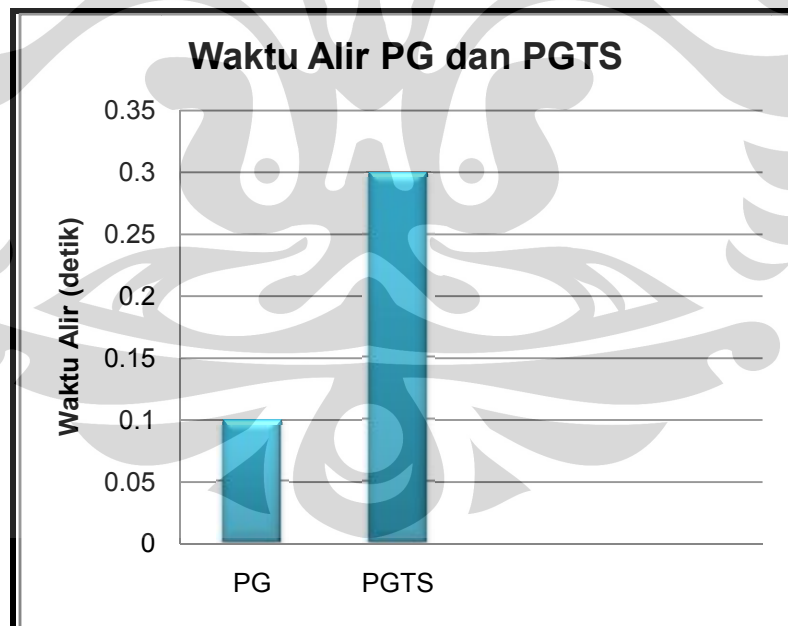
Gambar 7. Uji SEM pati ganyong
 Keterangan: (a) perbesaran 200x (b) perbesaran 400x



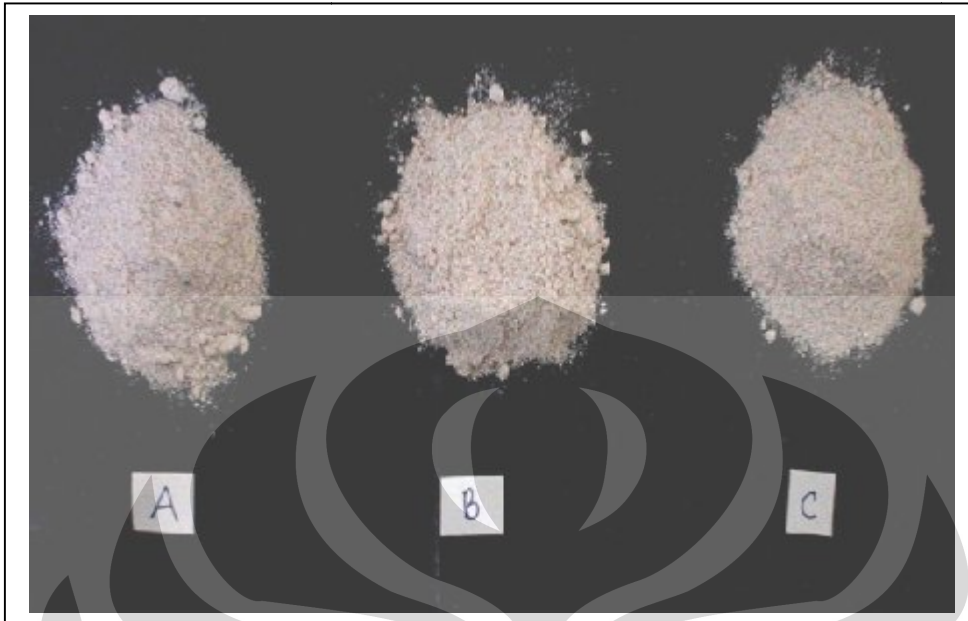
Gambar 8. Uji SEM PGTS
 Keterangan: (a) perbesaran 100x (b) perbesaran 200x



Gambar 9. Perbedaan kandungan air PG dan PGTS



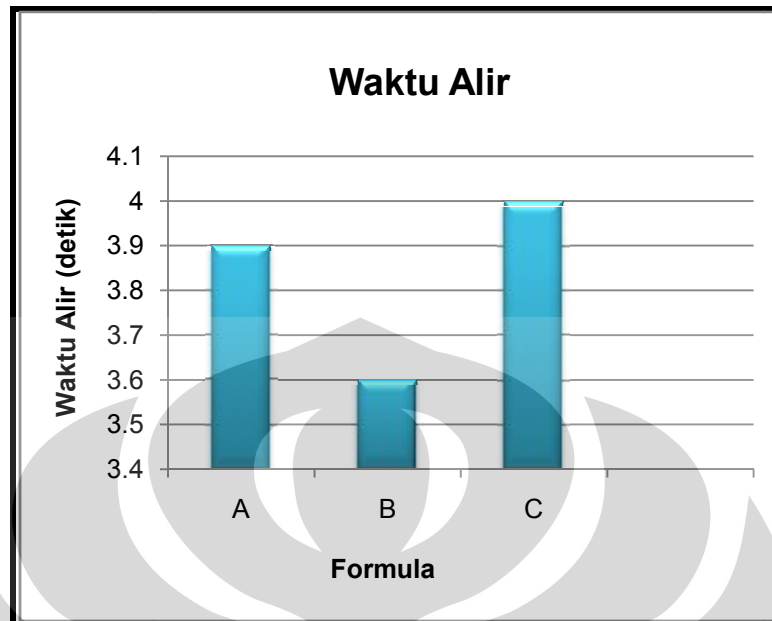
Gambar 10. Perbedaan waktu alir PG dan PGTS



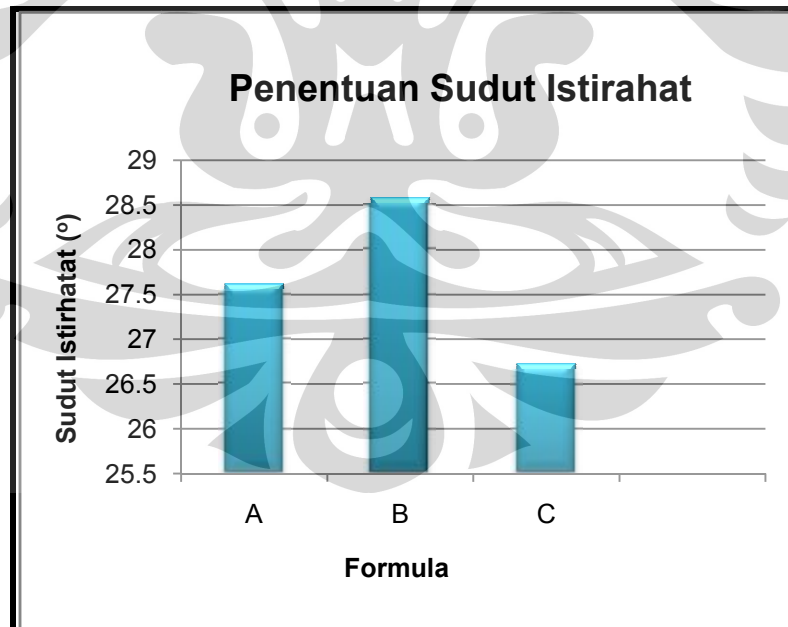
Gambar 11. Suspensi kering efervesen formula A, B, dan C



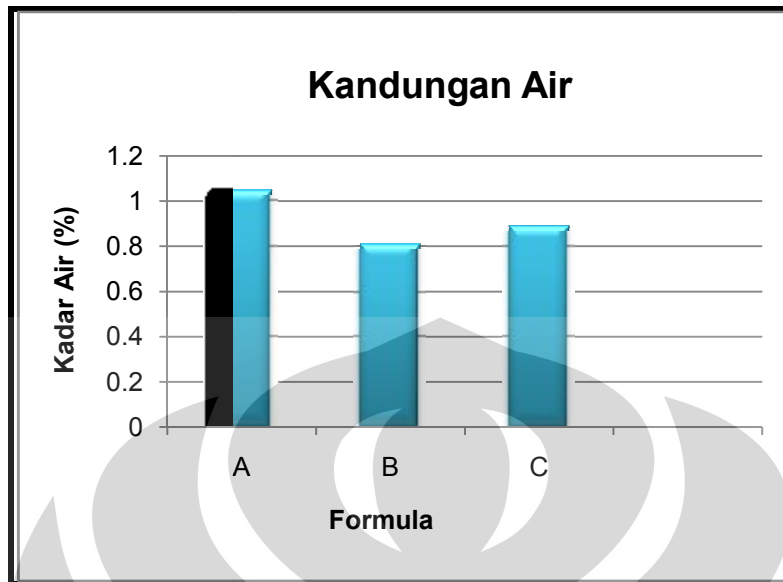
Gambar 12. Larutan suspensi kering efervesen



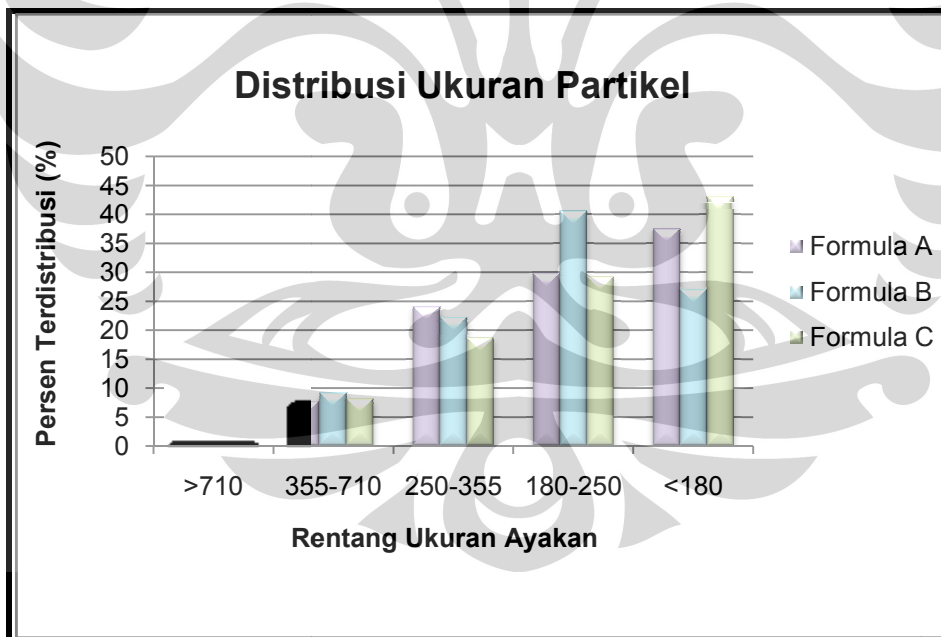
Gambar 13. Perbedaan waktu alir suspensi kering efervesen formula A, B, dan C



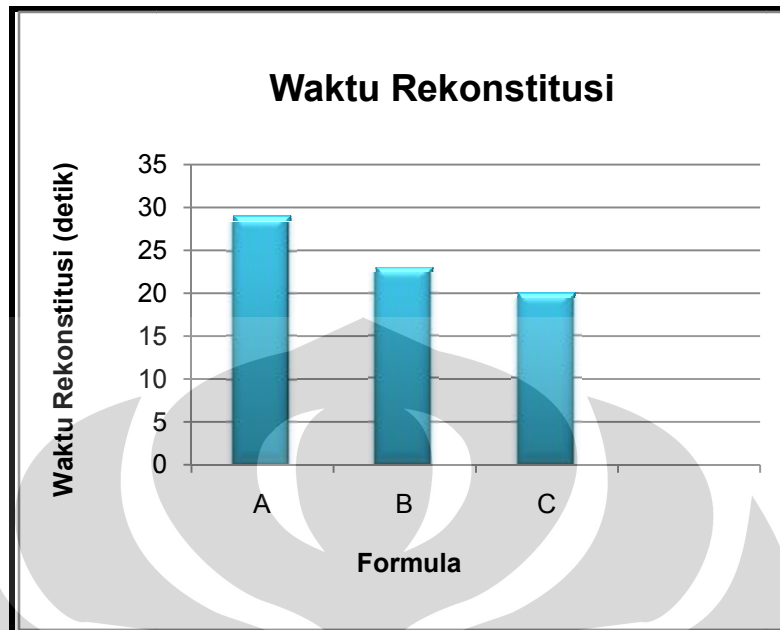
Gambar 14. Perbedaan sudut istirahat suspensi kering efervesen formula A, B, dan C



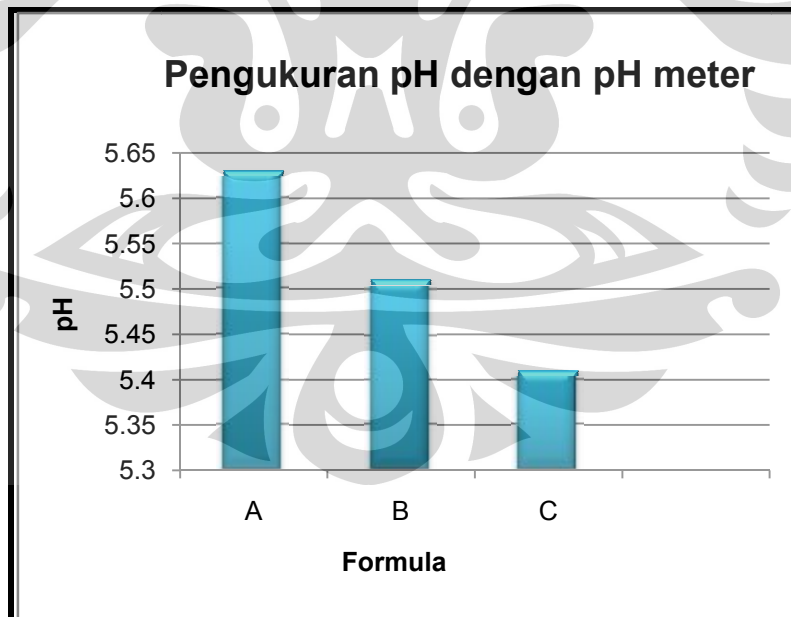
Gambar 15. Perbedaan kandungan air suspensi kering efervesen formula A, B, dan C



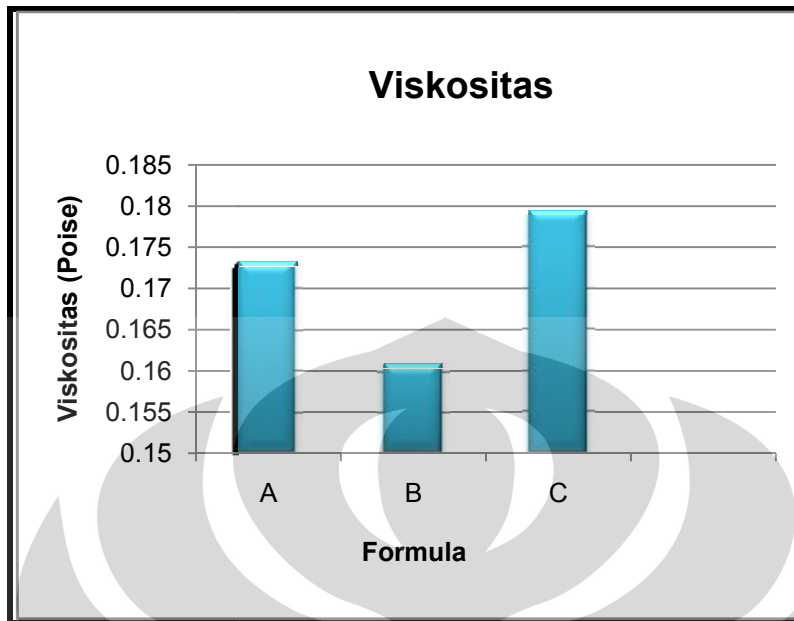
Gambar 16. Distribusi ukuran partikel suspensi kering efervesen formula A, B, dan C



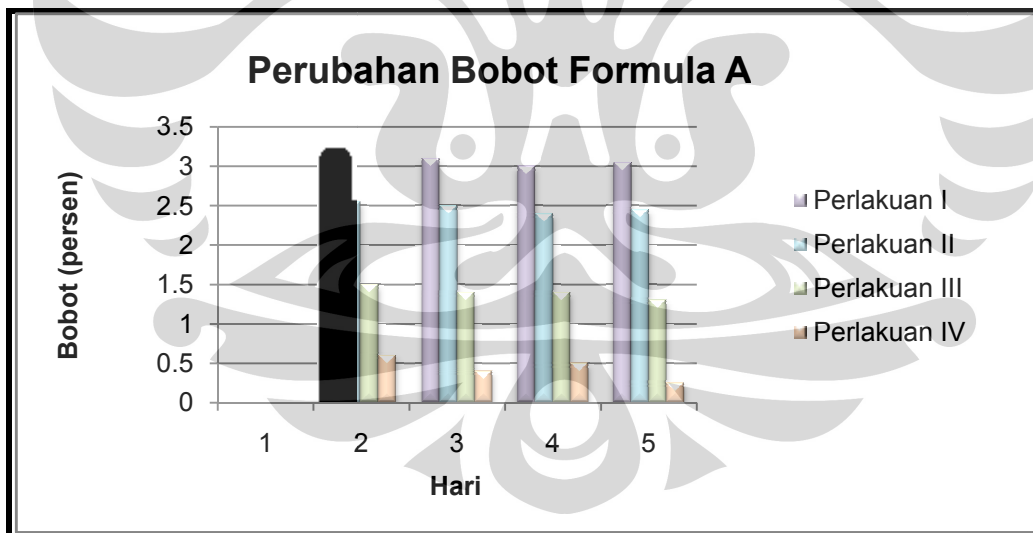
Gambar 17. Perbedaan waktu rekonstitusi suspensi kering efervesen formula A, B, dan C



Gambar 18. Perbedaan pH suspensi kering efervesen formula A, B dan C

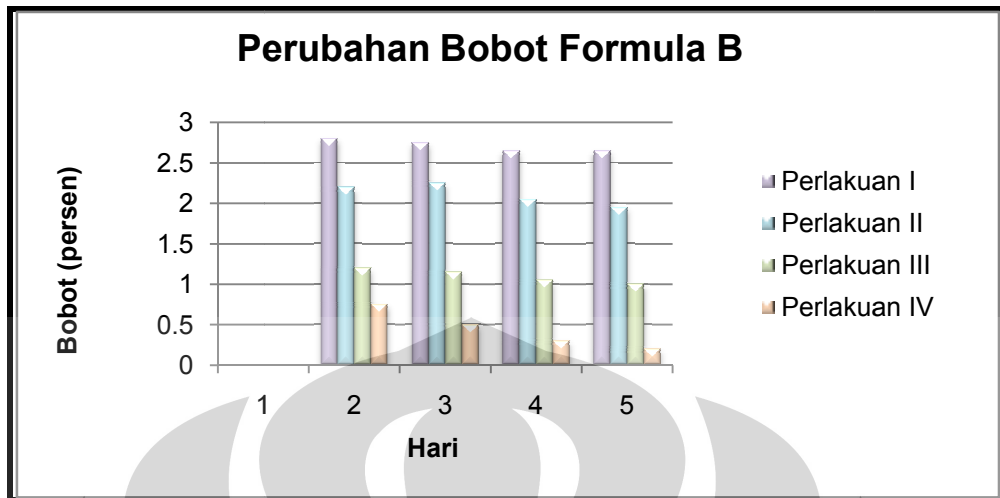


Gambar 19. Perbedaan nilai viskositas suspensi kering efervesen formula A, B, dan C



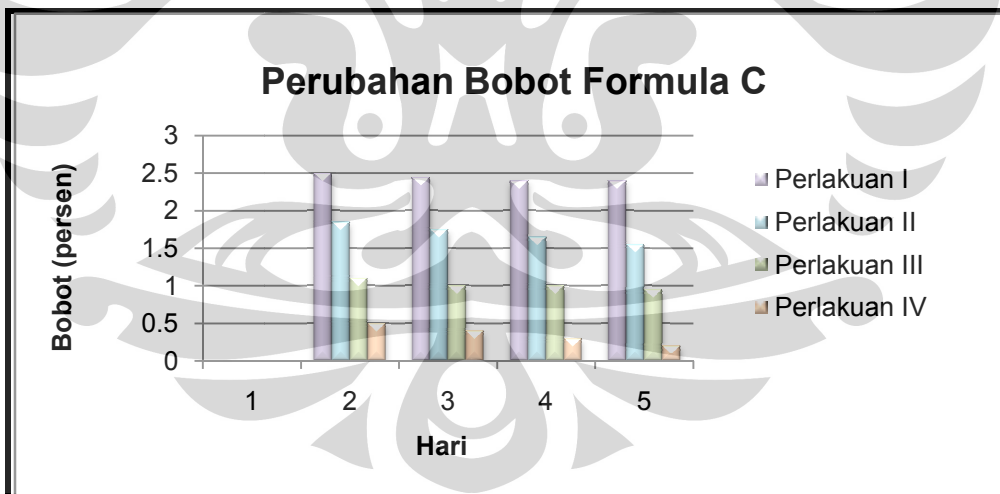
Gambar 20a. Perubahan bobot suspensi kering efervesen pada uji higroskopisitas formula A

Keterangan: Perlakuan I (pot plastik terbuka dan tidak diberi silika gel), Perlakuan II (pot plastik terbuka dan diberi silika gel), Perlakuan III (pot plastik tertutup dan tidak diberi silika gel) dan Perlakuan IV (pot plastik tertutup dan diberi silika gel)



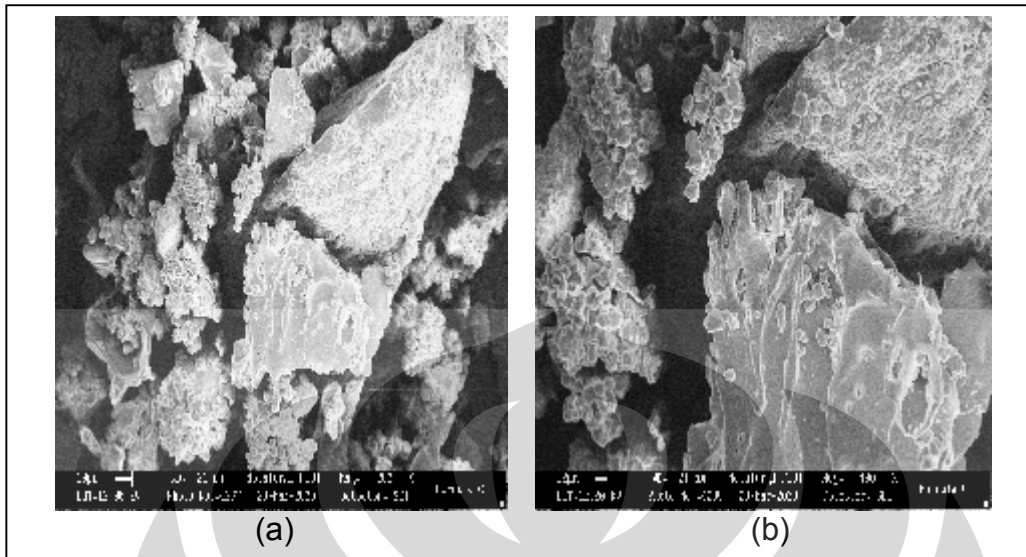
Gambar 20b. Perubahan bobot suspensi kering efervesen pada uji higroskopisitas Formula B

Keterangan: Perlakuan I (pot plastik terbuka dan tidak diberi silika gel), Perlakuan II (pot plastik terbuka dan diberi silika gel), Perlakuan III (pot plastik tertutup dan tidak diberi silika gel) dan Perlakuan IV (pot plastik tertutup dan diberi silika gel)



Gambar 20c. Perubahan bobot suspensi kering efervesen pada uji higroskopisitas Formula C

Keterangan: Perlakuan I (pot plastik terbuka dan tidak diberi silika gel), Perlakuan II (pot plastik terbuka dan diberi silika gel), Perlakuan III (pot plastik tertutup dan tidak diberi silika gel) dan Perlakuan IV (pot plastik tertutup dan diberi silika gel)



Gambar 21. Uji SEM suspensi kering efervesen formula C
Keterangan: (a) perbesaran 200x (b) perbesaran 400x



TABEL

Tabel 2
 Hasil pemeriksaan suspensi kering efervesen

Uji	Formula		
	A	B	C
Kadar Air (%)	1,05	0,81	0,89
Waktu Alir (detik)	3,9	3,6	4
Sudut Istirahat (°)	27,62	28,58	26,73
pH	5,63	5,51	5,41
Waktu Rekonstitusi (detik)	29	23	20
Viskositas (poise)	0,1733	0,1609	0,1795

Keterangan : Formula A = Suspensi kering efervesen ekstrak akar *A. Indica* dengan campuran efervesen 20%
 : Formula B = Suspensi kering efervesen ekstrak akar *A. Indica* dengan campuran efervesen 25%
 : Formula C = Suspensi kering efervesen ekstrak akar *A. Indica* dengan campuran efervesen 30%

Tabel 3

Uji distribusi ukuran partikel formula suspensi kering efervesen

Formula	No ayakan	Diameter ayakan (μm)	Massa zat yang tertinggal (g)	% zat yang tertinggal
A	>25	>710	0,2	0,96
	25-45	355-710	1,6	7,69
	45-60	250-355	5	24,04
	60-80	180-250	6,2	29,81
	>80	<180	7,8	37,5
B	>25	>710	0,2	0,97
	25-45	355-710	1,9	9,18
	45-60	250-355	4,6	22,22
	60-80	180-250	8,4	40,58
	>80	<180	5,6	27,05
C	>25	>710	0,2	0,96
	25-45	355-710	1,7	8,13
	45-60	250-355	3,9	18,66
	60-80	180-250	6,1	29,19
	>80	<180	9	43,06

Tabel 4
Perubahan bobot (g) suspensi kering efervesen

Formula	Perlakuan	Hari				
		1	2	3	4	5
A	I	2,002	2,066	2,128	2,188	2,249
	II	2,000	2,051	2,101	2,149	2,198
	III	2,002	2,032	2,060	2,088	2,114
	IV	2,004	2,016	2,024	2,034	2,039
B	I	2,004	2,060	2,115	2,168	2,221
	II	2,008	2,052	2,095	2,136	2,175
	III	2,007	2,031	2,054	2,075	2,095
	IV	2,007	2,022	2,032	2,038	2,042
C	I	2,014	2,064	2,113	2,161	2,209
	II	2,008	2,045	2,080	2,113	2,144
	III	2,009	2,031	2,051	2,071	2,090
	IV	2,008	2,018	2,026	2,032	2,036

Tabel 5
 Persentase (%) perubahan bobot suspensi kering efervesen

Formula	Perlakuan	Hari				
		1	2	3	4	5
A	I	0	3,2	3,1	3,0	3,05
	II	0	2,55	2,50	2,4	2,45
	III	0	1,5	1,4	1,4	1,3
	IV	0	0,6	0,4	0,5	0,25
B	I	0	2,8	2,75	2,65	2,65
	II	0	2,2	2,25	2,05	1,95
	III	0	1,2	1,15	1,05	1,0
	IV	0	0,75	0,5	0,3	0,2
C	I	0	2,5	2,44	2,4	2,4
	II	0	1,85	1,75	1,65	1,55
	III	0	1,1	1,0	1,0	0,95
	IV	0	0,5	0,4	0,3	0,2

Tabel 6
Data angket uji kesukaan terhadap warna

Tingkat kesukaan	Formula A (panelis)	%	Formula B (panelis)	%	Formula C (panelis)	%
Tidak suka	1	5	1	5	-	-
Netral	13	65	13	65	9	45
Agak suka	2	10	3	15	7	35
Suka	4	20	3	15	3	15
Sangat suka	-	-	-	-	1	5
Total	20	100	20	100	20	100

Tabel 7
Data angket uji kesukaan terhadap rasa

Tingkat kesukaan	Formula A (panelis)	%	Formula B (panelis)	%	Formula C (panelis)	%
Tidak suka	12	60	5	25	5	25
Netral	5	25	11	55	5	25
Agak suka	2	10	4	20	3	15
Suka	1	5	-	-	7	35
Sangat suka	-	-	-	-	-	-
Total	20	100	20	100	20	100

Tabel 8
Data angket uji kesukaan terhadap aroma

Tingkat kesukaan	Formula A (panelis)	%	Formula B (panelis)	%	Formula C (panelis)	%
Tidak suka	3	15	2	10	1	5
Netral	9	45	10	50	12	60
Agak suka	7	35	5	25	4	20
Suka	1	5	3	15	2	10
Sangat suka	-	-	-	-	1	5
Total	20	100	20	100	20	100



Lampiran 1

Perhitungan sudut istirahat

Sudut istirahat dapat dihitung dengan cara :

$$\alpha = \text{arc tg } h/r$$

Keterangan : α = sudut istirahat

h = tinggi kerucut

r = garis tengah alas kerucut

Kriteria sudut istirahat :

$\alpha < 25^\circ$: istimewa

$25^\circ < \alpha < 45^\circ$: baik

$\alpha > 45^\circ$: jelek

Lampiran 2

Uji Anova satu arah terhadap perubahan bobot suspensi kering efervesen

Formula A

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula A dengan perlakuan yang berbeda

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula A dengan perlakuan yang berbeda

Ha : Ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula A dengan perlakuan yang berbeda

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Hasil

Tests of Normality

Perubahan bobot tiap	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NILAI Perlakuan I	.449	5	.001	.605	5	.001
Perlakuan II	.448	5	.001	.601	5	.001
Perlakuan III	.412	5	.006	.657	5	.003
Perlakuan IV	.184	5	.200*	.958	5	.795

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

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

NILAI

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.989	3	16	.156

ANOVA

NILAI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.005	3	.002	4.893	.013
Within Groups	.006	16	.000		
Total	.011	19			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: NILAI

Bonferroni

(I) Perubahan bobot tiap hari	(J) Perubahan bobot tiap hari	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan I	Perlakuan II	.009800	.011987	1.000	-.02626	.04586
	Perlakuan III	.027000	.011987	.232	-.00906	.06306
	Perlakuan IV	.042400*	.011987	.016	.00634	.07846
Perlakuan II	Perlakuan I	-.009800	.011987	1.000	-.04586	.02626
	Perlakuan III	.017200	.011987	1.000	-.01886	.05326
	Perlakuan IV	.032600	.011987	.091	-.00346	.06866
Perlakuan III	Perlakuan I	-.027000	.011987	.232	-.06306	.00906
	Perlakuan II	-.017200	.011987	1.000	-.05326	.01886
	Perlakuan IV	.015400	.011987	1.000	-.02066	.05146
Perlakuan IV	Perlakuan I	-.042400*	.011987	.016	-.07846	-.00634
	Perlakuan II	-.032600	.011987	.091	-.06866	.00346
	Perlakuan III	-.015400	.011987	1.000	-.05146	.02066

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak maka ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula A dengan perlakuan yang berbeda



Formula B

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula B dengan perlakuan yang berbeda

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula B dengan perlakuan yang berbeda

Ha : Ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula B dengan perlakuan yang berbeda

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Hasil

Tests of Normality

Perubahan bobot tiap	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NILAI Perlakuan I	.454	5	.001	.602	5	.001
Perlakuan II	.417	5	.005	.648	5	.002
Perlakuan III	.395	5	.010	.700	5	.010
Perlakuan IV	.169	5	.200*	.988	5	.971

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

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

NILAI

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.790	3	16	.190

ANOVA

NILAI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.004	3	.001	4.883	.013
Within Groups	.004	16	.000		
Total	.008	19			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: NILAI

Bonferroni

(I) Perubahan bobot tiap hari	(J) Perubahan bobot tiap hari	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan I	Perlakuan II	.010000	.010368	1.000	-.02119	.04119
	Perlakuan III	.025800	.010368	.145	-.00539	.05699
	Perlakuan IV	.036400*	.010368	.017	.00521	.06759
Perlakuan II	Perlakuan I	-.010000	.010368	1.000	-.04119	.02119
	Perlakuan III	.015800	.010368	.882	-.01539	.04699
	Perlakuan IV	.026400	.010368	.129	-.00479	.05759
Perlakuan III	Perlakuan I	-.025800	.010368	.145	-.05699	.00539
	Perlakuan II	-.015800	.010368	.882	-.04699	.01539
	Perlakuan IV	.010600	.010368	1.000	-.02059	.04179
Perlakuan IV	Perlakuan I	-.036400*	.010368	.017	-.06759	-.00521
	Perlakuan II	-.026400	.010368	.129	-.05759	.00479
	Perlakuan III	-.010600	.010368	1.000	-.04179	.02059

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak maka ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula B dengan perlakuan yang berbeda



Formula C

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula C dengan perlakuan yang berbeda

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula C dengan perlakuan yang berbeda

Ha : Ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula C dengan perlakuan yang berbeda

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Hasil

Tests of Normality

Perubahan bobot tiap l	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NILAI Perlakuan I	.460	5	.001	.588	5	.000
Perlakuan II	.398	5	.010	.691	5	.008
Perlakuan III	.421	5	.004	.664	5	.004
Perlakuan IV	.141	5	.200*	.979	5	.928

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

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

NILAI

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.053	3	16	.147

ANOVA

NILAI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	3	.001	5.090	.012
Within Groups	.003	16	.000		
Total	.006	19			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: NILAI

Bonferroni

(I) Perubahan bobot tiap hari	(J) Perubahan bobot tiap hari	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan I	Perlakuan II	.011800	.009001	1.000	-.01528	.03888
	Perlakuan III	.022800	.009001	.133	-.00428	.04988
	Perlakuan IV	.033400*	.009001	.011	.00632	.06048
Perlakuan II	Perlakuan I	-.011800	.009001	1.000	-.03888	.01528
	Perlakuan III	.011000	.009001	1.000	-.01608	.03808
	Perlakuan IV	.021600	.009001	.174	-.00548	.04868
Perlakuan III	Perlakuan I	-.022800	.009001	.133	-.04988	.00428
	Perlakuan II	-.011000	.009001	1.000	-.03808	.01608
	Perlakuan IV	.010600	.009001	1.000	-.01648	.03768
Perlakuan IV	Perlakuan I	-.033400*	.009001	.011	-.06048	-.00632
	Perlakuan II	-.021600	.009001	.174	-.04868	.00548
	Perlakuan III	-.010600	.009001	1.000	-.03768	.01648

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak maka ada perbedaan bermakna perubahan bobot suspensi kering efervesen formula C dengan perlakuan yang berbeda



Lampiran 3
Format angket uji kesukaan

**UJI TINGKAT KESUKAAN SUSPENSI KERING EFERVESEN EKSTRAK
AKAR *Acalypha indica***

Nama :

Umur :

Tanggal :

Petunjuk : Cicipilah larutan efervesen dengan kode A, B, dan C. Nyatakan kesukaan Anda terhadap karakteristik organoleptiknya (warna, rasa, aroma,) dengan memberi tanda checklist (√) pada tiap kolom sesuai dengan pendapat Anda (baca keterangan).

FORMULA A

Kriteria	Tingkat Kesukaan				
	1	2	3	4	5
Warna					
Rasa					
Aroma					

Keterangan :
1= Tidak suka
2= Netral
3 =Agak suka
4= Suka
5= Sangat suka

FORMULA B

Kriteria	Tingkat Kesukaan				
	1	2	3	4	5
Warna					
Rasa					
Aroma					

FORMULA C

Kriteria	Tingkat Kesukaan				
	1	2	3	4	5
Warna					
Rasa					
Aroma					

Komentar

- ◆ Warna :
- ◆ Rasa :
- ◆ Aroma :

Lampiran 4

Analisis uji Kruskal-Wallis untuk warna

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna kesukaan terhadap warna

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap warna suspensi kering efervesen

Ha : Ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap warna suspensi kering efervesen

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	Warna Larutan Efervesen
Chi-Square	3.006
df	2
Asymp. Sig.	.223

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula Suspensi Kering Efervesen

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima maka tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap warna suspensi kering efervesen

Lampiran 5

Analisis uji Kruskal-Wallis untuk rasa

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa suspensi kering efervesen

Ha : Ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa suspensi kering efervesen

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	Rasa Larutan Efervesen
Chi-Square	8.535
df	2
Asymp. Sig.	.014

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula Suspensi Kering Efervesen

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak maka ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa suspensi kering efervesen

Lampiran 6

Analisis uji Kruskal-Wallis untuk aroma

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna kesukaan terhadap aroma

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap aroma suspensi kering efervesen

Ha : Ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap aroma suspensi kering efervesen

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics ^{a,b}	
	Aroma Larutan Efervesen
Chi-Square	.205
df	2
Asymp. Sig.	.902

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Formula Suspensi Kering Efervesen

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima maka tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap aroma suspensi kering efervesen

Lampiran 7

Uji Mann-Whitney untuk rasa formula A dan B

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan B

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan B

Ha : Ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan B

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Uji Mann-Whitney

Test Statistics ^b	
	Rasa larutan
Mann-Whitney U	138.500
Wilcoxon W	348.500
Z	-1.798
Asymp. Sig. (2-tailed)	.072
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.096 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula suspensi kering efervesen

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima maka tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan B

Lampiran 8

Uji Mann-Whitney untuk rasa formula A dan C

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan C

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan C

Ha : Ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan C

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Uji Mann-Whitney

	Rasa larutan
Mann-Whitney U	108.500
Wilcoxon W	339.500
Z	-2.601
Asymp. Sig. (2-tailed)	.009
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.013 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula suspensi kering efervesen

Kesimpulan :

Nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak maka ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula A dan C

Lampiran 9

Uji Mann-Whitney untuk rasa formula B dan C

Tujuan : Untuk mengetahui perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula B dan C

Hipotesa :

Ho : Tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula B dan C

Ha : Ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula B dan C

$\alpha = 0,05$

Pengambilan keputusan :

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima

Jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka Ho ditolak

Uji Mann-Whitney

Test Statistics^b

	Rasa larutan
Mann-Whitney U	138.500
Wilcoxon W	369.500
Z	-1.732
Asymp. Sig. (2-tailed)	.083
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.099 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Formula suspensi kering efervesen

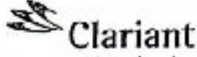
Kesimpulan :

Nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka Ho diterima maka tidak ada perbedaan bermakna kesukaan terhadap rasa formula B dan C

Lampiran 11

Sertifikat analisis PEG 6000

Clariant Process (Deutschland) GmbH
Wirt Center, CCG / Qualitätsmanagement
Robertstrasse 1
D-84054 Berglaken
FAC - +49 86 19 / 700 53



Inspection certificate
according to EN12224-3.1

Date: 10.04.2008
Page: 2 / 3

Material : POLYETHYLEN 6000 P
Material No. : 1075261889
Batch No. : D2M4001861

09.01.09

Inspection characteristic/-method	Specification	Result
Water content Karl-Fischer DIN 51773	≤ 0,50	0,12 %
Styren oxide content Head-Space GC	≤ 1	< 1 ppm
Dioxane content (calculated at 100%) Head-Space GC	≤ 1	< 1 ppm
Reducing substances Ph. Eur.		Fulfilled
OH value (mgKOH/g) DIN 51340	17 - 20	19 (-)
Molar mass (calculated) of GE value	5400 - 6400	5642 g/mol
Solidification point Ph. Eur.	55 - 60	58 °C
Acidity (ml 1N NaOH/5g) Ph. Eur.	≤ 0,1	≤ 0,1 (-)
Sulphated ash Ph. Eur.	≤ 0,1	≤ 0,1 %
Heavy metals (Pb) USP-HP	≤ 5	≤ 5 ppm

