

**PENGEMBANGAN PATI TALAS (*Xanthosoma undipes*)
DENGAN METODE *CO-PROCESS* SEBAGAI BAHAN BAKU
FARMASI**

Oleh:

SANTA EUFRASIA CAROLIN TOKAN

211148201153

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat ujian
Guna memperoleh gelar Sarjana Farmasi**



**PROGRAM STUDI S-1 FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN PATI TALAS (*Xanthosoma undipes*) DENGAN
METODE CO-PROCESS SEBAGAI BAHAN BAKU FARMASI

Dipersiapkan dan disusun oleh:
SANTA EUFRASIA CAROLIN TOKAN
211148201153

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada Mei 2025

Pembimbing Utama

Maria Elvina Tresia B., M.Farm.
NIDN: 1117049501



Mengetahui,
Ketua Program Studi S-1 Farmasi

apt. Raymon Simanullang, M. Pharm.
NIK: 0924.A4.18

Pembimbing Pendamping

apt. Raymon Simanullang, M. Pharm.
NIK: 0924.A4.18

Tim Penguji :

Ketua : Nurillahi Febria Leswana, M. Sc.

Anggota

1. Risny Oklyan, M. Farm.

2. Maria Elvina Tresia Butar-Butar, M.Farm.

PEDOMAN PENGGUNAAN DAN PERBANYAK SKRIPSI

Skripsi sarjana yang terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dilakukan seizin pengarang dan harus sesuai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh isi skripsi haruslah seizin Ketua Prodi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda

LEMBAR PENYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa

1. Karya tulis saya, skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana, baik di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda maupun perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali Tim Pembimbing dan masukan Tim Penelaah/Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademi berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Samarinda, Agustus 2025

Yang Membuat pernyataan,

Santa Eufrasia Carolin Tokan

KUTIPAN

Kutipan atau sandaran baik
Sebagian ataupun seluruh Naskah,
harus menyebutkan nama
Pengarang dan sumber
aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Ilmu
Kesehatan Dirgahayu Samarinda.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya Persembahkan kepada
Papa dan Mama tercinta
Atas segala doa dan pengorbanan
yang tak ternilai dan tak tertandingi
serta kakak dan adik saya yang selalu
memberi dan menjadi sumber semangat

ABSTRAK

Perkembangan eksipien menunjukkan pergeseran fungsi dari bahan *inert* menjadi komponen aktif yang berperan dalam bioavailabilitas, stabilitas, dan disintegrasi sediaan. Lebih dari 90% eksipien masih diimpor yang berdampak pada tingginya biaya produksi dan rendahnya kemandirian industri farmasi. Oleh karena itu, pengembangan eksipien lokal berbasis bahan alam menjadi langkah strategis dan berpotensi tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan eksipien *co-process* dari pregelatinasi pati talas dan *croscarmellose sodium* menggunakan metode *co-process* untuk meningkatkan sifat fisik pati talas. Hasil yang diperoleh dievaluasi sifat fisik, meliputi kadar air, bobot jenis, laju alir, sudut diam dan dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, DSC. Diperoleh hasil evaluasi pati talas yang telah di *co-process*, yaitu kadar air SD1 (0,56%), SD2 (0,69%), SD3 (0,13%), bobot jenis SD1 (0,53 g/ml), SD2 (0,53 g/ml), SD3 (0,41 g/ml), laju alir SD1 (0,753 g/s), SD2 (1,22 g/s), SD3 (0,593 g/s), dan sudut diam SD1 (26,69°), SD2 (25,84°), SD3 (28,27°). Hasil karakterisasi diperoleh difragtogram sudut 2θ menunjukkan SD1 (17,208°), SD2 (17,216°), SD3 (17,044°), spektrum menunjukkan pergeseran ikatan O-H (3200-3550), C-H (2840-3000), peregangan C=C (1566-1650), O-H (1380-1420), *fingerprint region* C-O (1124-1205), dan C=C (895-995), termogram menunjukkan perbedaan titik leleh SD1 (62,91 °C), SD2 (82,4 °C), dan SD3 (72,54 °C). Disimpulkan bahwa metode *co-process* mampu memperbaiki sifat fisik dan karakteristik pati talas.

Kata Kunci : Pati talas, *Croscarmellose Sodium*, Pregelatinasi, *Co-process*.

ABSTRACT

The development of excipients shows a shift in function from inert ingredients to active components that play a role in bioavailability, stability, and disintegration of preparations. More than 90% of excipients are still imported, which has an impact on high production costs and low independence of the pharmaceutical industry. Therefore, the development of local excipients based on natural ingredients is a strategic step and has high potential. This study aims to develop co-process excipients from pregelatinized taro starch and croscarmellose sodium using the co-process method to improve the physical properties of taro starch. The results obtained were evaluated for physical properties, including water content, specific gravity, flow rate, angle of repose and characterized using XRD, FTIR, DSC. The evaluation results of taro starch that has been co-processed were obtained, namely moisture content of SD1 (0.56%), SD2 (0.69%), SD3 (0.13%), specific gravity of SD1 (0.53 g/ml), SD2 (0, 53 g/ml), SD3 (0.41 g/ml), flow rate SD1 (0.753 g/s), SD2 (1.22 g/s), SD3 (0.593 g/s), and angle of repose SD1 (26.69°), SD2 (25.84°), SD3 (28.27°). Characterization results obtained 2θ angle diffractogram shows SD1 (17.208°), SD2 (17.216°), SD3 (17.044°), spectrum shows O-H bond shift (3200-3550), C-H (2840-3000), C=C stretching (1566-1650), O-H (1380-1420), C-O fingerprint region (1124-1205), and C=C (895-995), thermograms showed differences in melting points of SD1 (62.91 °C), SD2 (82.4 °C), and SD3 (72.54 °C). It was concluded that the co-process method was able to improve the physical properties and character of the products.

Keywords: *Taro starch, Croscarmellose Sodium, Pregelatination, Co-process.*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**PENGEMBANGAN EKSIPIEN KOMBINASI PATI TALAS (*Xanthosoma undipes*) SEBAGAI KEMANDIRIAN BAHAN BAKU FARMASI**”

Penelitian dan penulisan skripsi ini akan dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada jurusan Farmasi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus oleh karena berkat, kebaikan, anugerah dan kasih setia-Nya yang selalu ada disetiap langkah penulis dalam menyelesaikan perjalanan ini. Terima kasih karena selalu memberikan segala harapan, kekuatan, dan sukacita serta terus mendorong penulis untuk selalu maju dan tidak menyerah
2. Kedua orang tua tersayang, Bapak **Patris Boro Tokan** dan Mama **Yustina Pihok Laga Making** . Terima kasih penulis ucapkan atas segala pengorbanan dan ketulusan yang di berikan. Meskipun bapak dan mama tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan, namun selalu memberikan yang terbaik untuk penulis, yang tak kenal lelah mendoakan, mengusakan, memberikan dukungan dan motivasi baik secara moral maupun finansial, serta memprioritaskan pendidikan dan kebahagiaan anak-anaknya. Terima kasih telah memberikan penulis pelajaran yang sangat berharga tentang arti menjadi seorang perempuan yang kuat, bertanggung jawab, selalu berjuang dan mandiri. Semoga dengan adanya skripsi ini dapat membuat bapak dan mama lebih bangga karena telah berhasil menjadikan anak perempuan ketiganya ini menyandang gelar sarjana seperti yang diharapkan. Besar harapan penulis agar Tuhan Yesus senantiasa memberkati kalian dengan

kesehatan, kebahagiaan dan umur panjang. Kiranya kasih setia Tuhan menyertai kalian sepanjang masa.

3. Teruntuk ketiga saudaraku, **Julia Yuspa, Natalia Puspa dan Marsella Jesicca Patrissia Tokan**. Serta keluarga yang terkasih yang ikut serta dalam proses menempuh pendidikan penulis selama ini. Terima kasih atas motivasi doa, dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis
4. Terima kasih kepada sahabat seperjuangan selama perkuliahan yang sudah menjadi teman, sahabat, dan saudara yang selalu menguatkan selama perkuliahan hingga akhirnya lulus bersama-sama. Terima kasih atas motivasi, canda dan tawa yang kita bagi yang tidak bisa terulang kembali. Semoga tuhan selalu melindungi dan memberkati kalian dengan kebahagiaan yang melimpah, kesuksesan dan cinta yang tulus sepanjang masa. *A friend loves at all times, and a brother is born for a time of adversity (Proverbs 17:17)*.
5. Yang terhormat Ibu Ns. Andrea Theofrida Bone, S.Kep., MAN selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda dan Bapak apt. Raymon Simanullang., M.Pharm selaku Ketua Program Studi S-1 Farmasi yang telah memberikan kesempatan untuk menempuh dan menyelesaikan studi di Prodi Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda.
6. Yang terhormat Ibu Maria Elvina Tresia Butar-Butar, M.Farm, Bapak Apt. Adhe Septa Ryan Agus, M.Farm., AAAK, dan Bapak apt. Raymon Simanullang., M.Pharm selaku dosen pembimbing yang selalu menyemangati, memberikan nasihat dan ilmu, mengorbankan waktu dan tenaga untuk membimbing dan memberikan banyak dorongan yang lebih baik
7. Yang terhormat ibu Nurillahi Febria Leswana, M. Sc. dan ibu Risny Oklyan, M. Farm. selaku dosen penguji skripsi yang banyak memberikan masukan dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
8. Seluruh staff dosen yang selalu bisa jadi tempat untuk sharing dan memberikan dukungan tanpa memandang Mahasiswa, seluruh staff

administrasi serta karyawan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda yang selalu membantu selama kegiatan akademik berjalan

9. Teman-teman Angkatan 2021 yang selalu menjadi tempat untuk berbagi suka dan duka, canda dan tawa selama berkuliah di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda. *Best wishes for our future and may God always bless our way to.*
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.
11. Terakhir tidak lupa untuk diri saya sendiri Santa Eufrasia Carolin Tokan. Terima kasih sudah berjuang sejauh ini. Terima kasih sudah bertahan, berani bermimpi, terus berjuang dan percaya bahwa setiap proses adalah bagian dari perjalanan menuju versi terbaik. Skripsi ini menandakan bahwa bisa menyandang gelar S. Farm tepat waktu dan menjadi tekad maupun acuan untuk terus melakukan hal lebih membanggakan lainnya. Bagaimanapun selanjutnya hargai dirimu, rayakan dirimu, dan berbahagialah atas proses yang telah dilalui.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga skripsi ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Samarinda, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN DAN PERBANYAK SKRIPSI	iii
LEMBAR PENYATAAN	iv
KUTIPAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Bagi Peneliti	3
1.4.2 Bagi Institusi	3
1.4.3 Bagi Industri.....	4
1.5 Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Eksipien	5
2.2 Talas Beneng	5
2.2.1 Kandungan dan Manfaat	6
2.2.2 Pati Talas (PTs)	7
2.2.3 Pregelatinasi Pati Talas (PPTs)	8
2.3 Co-Process	9
2.4 Evaluasi Serbuk	10

2.4.1	Uji Organoleptik.....	10
2.4.2	Uji Kadar Air.....	10
2.4.3	Bobot Jenis.....	10
2.4.4	Laju Alir	11
2.5	Karakterisasi Fisikokimia Serbuk.....	11
2.5.1	<i>X-Ray Diffractometer (XRD)</i>	11
2.5.2	<i>Differential Scanning Calorimeter (DSC)</i>	12
2.5.3	<i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	13
2.6	Pengelolaan Data	15
2.6.1	Uji <i>Shaphiro Wilk</i>	15
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.1.1	Waktu penelitian.....	16
3.1.2	Tempat penelitian	16
3.2	Alat dan Bahan.....	16
3.2.1	Alat.....	16
3.2.2	Bahan	16
3.3	Metode Penelitian.....	17
3.3.1	Jenis Penelitian.....	17
3.3.2	Rancangan penelitian	17
3.3.3	Variabel.....	17
3.3.4	Definisi operasional	18
3.4	Determinasi Identifikasi Tumbuhan	18
3.5.	Talas Beneng	19
3.6	Pregelatinasi Pati Talas (PPTs)	19
3.7	<i>Co-Process CCS – PPTs</i>	20
3.8.	Evaluasi Serbuk.....	20
3.8.1	Organoleptik.....	20
3.8.2	Uji Kadar Air.....	20
3.8.3	Bobot Jenis.....	20
3.8.4	Laju Alir	21
3.8.6	Sudut Diam	21
3.9.	Karakterisasi Serbuk <i>Co-Process</i>	21
3.9.1	<i>X-Ray Diffractometer (XRD)</i>	21

3.9.2	<i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	21
3.9.3	<i>Differential Scanning Calorimeter (DSC)</i>	22
3.10.	Teknik Analisis Data	22
3.11.	Alur Penelitian	23
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Rendemen Pati	24
4.2	Pregelatinasi	25
4.3	<i>Co-process</i>	26
4.4	Organoleptik	27
4.5	Evaluasi Serbuk	28
4.5.1.	Uji Kadar Air	28
4.5.2	Bobot Jenis	30
4.5.3	Uji Laju Alir	31
4.5.4	Sudut Diam	33
4.6	Karakteristik Fisikokimia	34
4.6.1	X-Ray Diffractometer (XRD)	34
4.6.2	<i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	36
4.6.3	<i>Differential Scanning Calorimeter (DSC)</i>	40
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Talas Beneng.....	15
Gambar 2.2 Rumus Struktur Amilosa	16
Gambar 2.3 Struktur Amilosa.....	17
Gambar 2.4 Struktur <i>Croscarmellose sodium</i>	18
Gambar 2.5 <i>co-process</i>	19
Gambar 2.6 Difragtogram <i>X-Ray Diffractometer</i> (XRD).....	21
Gambar 2.7 Temogram <i>Differential Scanning Calorimeter</i> (DSC).....	22
Gambar 2.8 Spektrum <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	23
Gambar 4.1 Difraktogram CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2 dan SD3.....	39
Gambar 4.2 Spektrum CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2 dan SD3	40
Gambar 4.3 Termogram CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2 dan SD3	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Pada Talas Beneng.....	15
Tabel 3.1 Analisis Fisikokimia dan Evaluasi Sampel.....	25
Tabel 3.2 Definisi operasional	26
Tabel 4.1 Hasil Rendemen Pati	32
Tabel 4.2 Hasil Uji Iodin	32
Tabel 4.3 Formulasi pregelatinasi <i>crosscomellose sodiumi</i> – pati talas	34
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Organoleptik.....	34
Tabel 4.5 Hasil Uji Kadar air.....	36
Tabel 4.6 Hasil Bobot Jenis	37
Tabel 4.7 Hasil Uji Laju Alir	37
Tabel 4.8 Hasil Sudut Diam.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan eksipien lokal berbasis sumber daya hayati menjadi langkah yang strategis dalam mendukung formulasi sediaan yang efektif dan berkelanjutan (Pepin *et al.*, 2021). Perkembangan eksipien yang inovatif terhambat oleh biaya yang cukup tinggi, sehingga dilakukan pendekatan yang efisien dengan memodifikasi dan mengkombinasikan bahan yang tersedia (Zaman dan Sopyan, 2020). Pemanfaatan bahan alam menjadi potensi untuk menghasilkan eksipien dengan kualitas yang baik, ekonomis, dan ketersediaanya yang melimpah. Salah satu sumber potensial sebagai eksipien alami adalah pati. Pati adalah jenis karbohidrat yang bersifat hidrofilik dan *inert* serta dapat dicampurkan di semua obat tanpa menimbulkan reaksi kimia (Idrus *et al.*, 2023). Pati yang dapat dijadikan sebagai eksipien adalah pati talas karena pati talas memiliki kadar pati berkisar 80%, kadar amilosa 15,4% dan amilopektin 81,5% (Saraswati & Putra, 2022; Marseno *et al.*, 2022). Pati talas (PTs) memiliki sifat fisik yang buruk, oleh sebab itu perlu dilakukan perbaikan dengan memodifikasi sifat fisiknya menggunakan metode pregelatinasi dan dilanjutkan metode *co-process*.

Modifikasi pati secara pregelatinasi dan hidrolisis yang melalui pemanasan pati dalam air dapat mengubah struktur pati, sehingga di hasilkan granul yang besar, granula mengalami pembengkakan dan akan memecah struktur amilosa pati yang akan meningkatkan sifat fisik pati (Aeni, 2019). Proses pregelatinasi pati talas akan melibatkan proses perendaman dan pemanasan yang dapat mengubah struktur granula pati dengan meningkatkan kemampuan menyerap air dan meningkatkan kelarutan pati sehingga granula mengalami pembengkakan dan akan memecah struktur amilosa. Upaya meningkatkan fungsi pati diperlukan metode *co-process* (Puspawati *et al.*, 2024).

Co-process merupakan metode modifikasi secara fisik yang menggabungkan dua atau lebih eksipien ke dalam bahan lain menggunakan teknik pencampuran sederhana yang menghasilkan keunggulan dari komponen tunggalnya dengan prinsip meningkatkan kompreibilitas, sifat alir, dan kemampuan disintegran yang baik. *Croscarmellose sodium* (CCS) dipilih karena memiliki kompreibilitas dan sifat alir yang baik yang diharapkan mampu memperbaiki sifat fisik pati talas (Gaidhani *et al.*, 2021). CCS merupakan bahan superdisintegran yang memiliki kemampuan menyerap air yang sangat tinggi dengan mekanisme utama sebagai *swelling* dan *wickhing*. CCS dapat mengembang 4-8 kali lipat sehingga ini menyebabkan tablet terdisintegrasikan dengan cepat (Farahiyah dan Syaifullah Sulaiman, 2021).

Penelitian yang dilakukan Azhary *et al.*, (2019) memperoleh hasil bahwa modifikasi pregelatinasi pada pati ganyong mampu memperbaiki laju alir dan kompresibilitas granul (Azhary *et al.*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Anggraeni *et al.* (2021) memperoleh hasil pati buah sukun pregelatinasi sebagai bahan penghancur dalam tablet eritromisin stearat menunjukkan waktu hancur terbaik (Anggraeni *et al.*, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Hartesi *et al.*, (2021) memperoleh hasil pati pregelatinasi beras ketan putih mampu meningkatkan kompresibilitas dan sifat alir (Hartesi *et al.*, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2019) memperoleh hasil kombinasi eksipien *co-processed* antara pati gembili pregelatinasi dan HPMC dalam perbandingan 2:1 menghasilkan sifat fisik granul terbaik (Dewi, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Devi dan Nur (2024) memperoleh hasil kombinasi bahan pengikat pati garut dan pati talas metode *co-processed* dengan perbandingan (50% : 50%) menghasilkan karakteristik fisik terbaik (Devi dan Nur, 2024).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian pengembangan eksipien *co-process* pengaruh penambahan bahan penghancur pati ubi talas yang dikombinasikan dengan CCS sebagai superdisintegran yang memenuhi persyaratan. Analisis dilakukan dengan metode *co-process*. Sampel dilakukan evaluasi sifat fisik serbuk pati talas yang telah dimodifikasi, serta dikarakterisasi fisikokimia menggunakan instrument, *X-Ray Diffractometer* (XRD), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC), serta dilakukan evaluasi sifat fisik serbuk PTs yang telah dimodifikasi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat fisik Pati Talas (PTs) yang diperoleh dengan metode *co-process*?
2. Bagaimana karakteristik fisikokimia PTs yang diperoleh dengan metode *co-process*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dibedakan menjadi, tujuan umum dan tujuan khusus, yaitu sebagai berikut:

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui dan memahami sifat fisik serta karakteristik fisikokimia pati talas yang di peroleh dengan metode *co-process*.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui sifat fisik PTs yang diperoleh dengan metode *co-process*.
2. Mengetahui karakteristik sifat fisikokimia PTs yang diperoleh dengan metode *co-process*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pengembangan PTs dengan metode *Co-process* sebagai bahan baku farmasi.

1.4.2 Bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan referensi atau rujukan tentang pengembangan pengembangan PTs dengan metode *co-process* sebagai bahan baku farmasi.

1.4.3 Bagi Industri

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan pertimbangan untuk memperbaiki sifat fisik yang dapat digunakan oleh industri farmasi untuk menghasilkan eksipien baru.

1.5 Hipotesis

H0 : Metode *co-process* tidak mampu memperbaiki sifat fisik PTs.

H1 : Metode *co-process* mampu memperbaiki sifat fisik PTs.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eksipien

Eksipien didefinisikan sebagai bahan tambahan dalam formulasi sediaan farmasi selain zat aktif. Eksipien digunakan untuk meningkatkan proses pembuatan, menjaga kualitas sediaan farmasi selama masa penyimpanan dan telah dievaluasi secara keamanannya dalam sistem pengantaran obat (Carlin dan Collins, 2020). Eksipien yang di tambahkan dalam formulasi farmasi bersama dengan bahan aktif tidak memiliki teraupetik, tetapi eksipien sangat penting untuk pengembangan obat yang lebih efektif (Alfaridz & Musfiroh, 2020).

2.2 Talas Beneng

Talas beneng (*Xanthosoma Undipes*) merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh di indonesia, talas beneng umumnya berukuran besar dan berwarna kekuningaan, tanaman ini dapat tumbuh dari waktu kewaktu. Gambar Talas dapat dilihat pada Gambar 2.1. Taksinomi talas sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledonae

Ordo : Arales

Famili : Araceae

Genus : *Xanthosoma*

Spesies : *Xanthosoma undipes* K. Koch (Budiarto, 2017)



Gambar 2.1 Talas Beneng
(Dokumentasi pribadi)

2.2.1 Kandungan dan Manfaat

Talas Beneng mengandung nilai gizi yang cukup baik dan baik bagi kesehatan, yaitu: karbohidrat, protein, lemak, kalsium dan vitamin C. Nilai gizi talas beneng berdasarkan hasil analisis laboratorium disajikan pada Tabel 2.1.

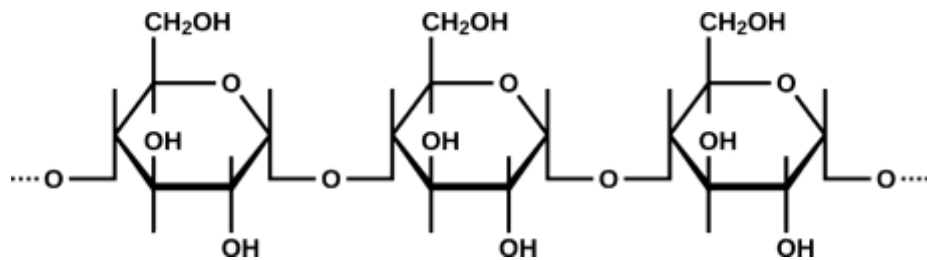
Tabel 2.1 Kandungan Gizi Pada Talas Beneng

Paramter Yang Diuji	Satuan	Hasil Uji Laboratorium
Kadar	%	79,67
Karbohidrat	%	4,80
Kadar abu	Brix	0,86
Total Gula	%	1,04
Kadar	Ppm	19,33
Lemak	%	8,20
HCN	%	6,29
Kadar Air	%	6,01
Kadar Protein, Serat pangan energi	Kkal/100 g	353,20

(Sumber: Wahjusaputri *et al.*, 2018)

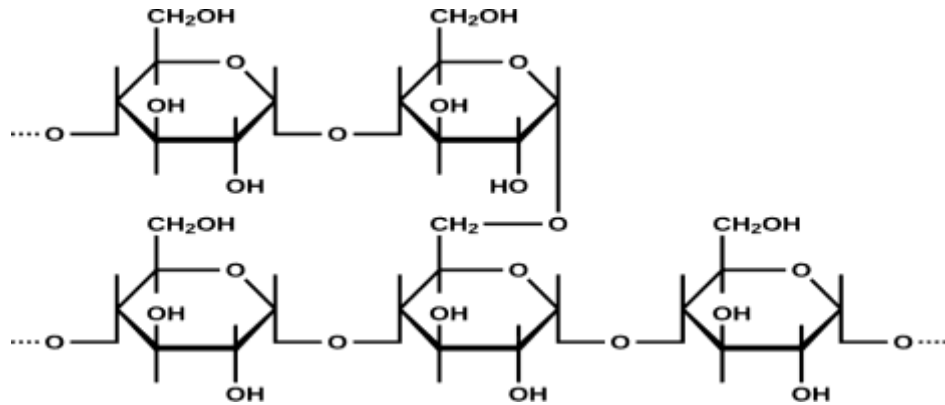
2.2.2 Pati Talas (PTs)

Pati Talas adalah jenis karbohidrat yang berupa polimer glukosa, terdiri dari amilosa dan amilopektin dalam granula yang terdapat pada organ tanaman, berfungsi sebagai sumber energi. Umumnya, kandungan pati talas dalam tumbuhan berkisar 80% pati (Marseno *et al.*, 2022). Modifikasi pati pada tingkat molekuler diperlukan agar pemanfaatan pati dapat dimaksimalkan. Pati talas memiliki *swelling power* dan *peak viscosity* yang tinggi. Selain itu, pati juga rentan terhadap panas dan asam, serta memiliki nilai ketahanan terhadap kelarutan dan daya serap yang rendah saat diaduk menyebabkan viskositasnya menjadi rendah. Terdapat dua komponen utama penyusun pati yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer glukosa berbentuk linier (lurus), yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4-glikosidik (Chan *et al.*, 2023). Rumus struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rumus Struktur Amilosa (Chan *et al.*, 2023)

Amilopektin adalah polimer glukosa berbentuk linier yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4-glikosidik, dan membentuk percabangan pada ikatan α -1,6-glikosidik. Satu molekul amilosa memiliki berat molekul 100.000 sampai 300.000 (Rahmadhani Chan *et al.*, 2023). Struktur Amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur Amilosa (Akindehunsu, 2015)

Persentase amilosa pati talas sebesar 5,55% dan persentase amilopektin pati talas 74,45%. Menandakan pati talas sebagai bahan disintegran tablet. Sifat pada pati bergantung pada jenis tanaman serta tempat penyimpanannya. Perbedaan terhadap sifat tersebut dapat terlihat pada viskositas dan daya lekat mucilgonya atau pada sifat lainnya. Pati yang tidak dimodifikasi tidak mempunyai sifat kompresibilitas yang baik dan mempunyai friabilitas yang besar, dan akan terjadinya *capping* (pembelahan) pada tablet jika digunakan dalam jumlah besar (Dewi dan Karim, 2019).

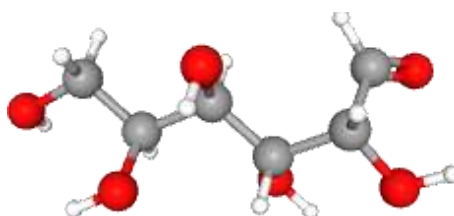
2.2.3 Pregelatinasi Pati Talas (PPTs)

PPTs adalah pati yang telah mengalami proses fisik atau kimiawi, dan dengan pemanasan untuk memecahkan seluruh atau sebagian ikatan dari butir-butir pati. Proses ini bertujuan untuk menjadikan pati memiliki sifat alir yang baik dan dapat digunakan sebagai bahan pembawa dalam kempa langsung (Yusuf *et al.*, 2008). Pregelatinasi pati merupakan modifikasi pati yang paling sederhana, yang dilakukan melalui pemanasan *roll drying*, *spray drying*, atau proses ekstruksi (Mohammed, 2017).

Pati dapat berfungsi sebagai eksipien serbaguna dalam formulasi sediaan padat oral, berperan sebagai bahan pengisi, pengikat, dan disintegran. Penggunaan pati sebagai bahan pengisi dalam tablet umum digunakan dalam formulasi sediaan tablet untuk mencapai ukuran atau bobot yang sesuai sehingga layak untuk dikempa menjadi tablet (Apriyanto dkk., 2017).

2.2 *Croscarmellose sodium* (CCS)

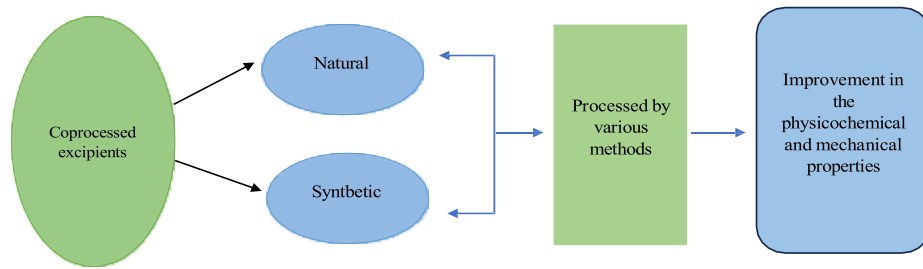
CCS merupakan eksipien yang umum digunakan dalam formulasi tablet sebagai superdisintegran (Prafati dan Rani, 2018). CCS diperoleh dari *carboxymethylcellulose sodium*. CCS memiliki konsentrasi secara umumnya 0,5-5% dengan penyerapan air yang tinggi hingga 100-200% dengan penyerapan air yang tinggi maka kemampuan CCS untuk hancur lebih cepat dan laju disolusi menjadi lebih cepat (Fatmala dan Zaky, 2017). CCS memiliki sifat yang stabil, hidrofilik, dan hidroskopis dan mudah larut. CCS dapat meningkatkan bioavibilitas formulasi melalui pemecahan dan penghacuran karakteristiknya. Berikut struktur CCS dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur *Croscarmellose sodium*
Sumber: (PubChem, 2023).

2.3 *Co-Process*

Co-process eksipien adalah bahan tambahan yang dihasilkan melalui proses pengolahan bersama dua atau lebih eksipien untuk meningkatkan sifat fungsionalnya. Proses ini bertujuan untuk menggabungkan keunggulan dari masing-masing eksipien, sehingga menghasilkan produk yang memiliki performa lebih baik dibandingkan dengan campuran fisik sederhana. *Co-process* eksipien sering digunakan dalam formulasi farmasi untuk meningkatkan aliran, kompresibilitas, dan stabilitas produk akhir (Serrano-Mora *et al.*, 2021). Eksipien *co-process* dikembangkan untuk berbagai tujuan seperti mengatasi masalah kemampuan mengalir (sifat alir menjadi lebih baik), meningkatkan kompresibilitas, berfungsi sebagai superdisintegran (Bin, *dkk.*, 2019; Mamatha, *dkk.*, 2017; Desai, 2012). Berikut proses *co-process* eksipien dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Co-process* Eksipien (Bhatia *et al.*, 2022).

2.4 Evaluasi Serbuk

2.4.1 Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik adalah metode pengujian yang menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk menilai mutu suatu produk, meliputi spesifikasi bau, rasa dan konsistensi/tekstur serta beberapa faktor lain yang diperlukan untuk menilai mutu sampel. Pengujian organoleptik berperan penting sebagai pendeteksian awal dalam menilai mutu untuk mengetahui penyimpangan sampel (Ismanto, 2023).

2.4.2 Uji Kadar Air

Uji kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*) (Fitri *et al.*, 2021). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen (Anantama *et al.*, 2020). Kadar air merupakan pemegang peranan penting, kecuali temperatur maka aktivitas air mempunyai tempat tersendiri dalam proses pembusukan (Amarudin & Ulum, 2018). Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatik atau kombinasi antara ketiganya (Dita *et al.*, 2021).

2.4.3 Bobot Jenis

Bobot jenis merupakan perbandingan massa suatu zat dengan massa air pada suhu dan volume yang sama. Bobot jenis menjelaskan banyaknya komponen yang terkandung dalam zat tersebut. Besar kecilnya nilai bobot jenis sering dihubungkan dengan fraksi berat komponen-

komponen yang terkandung didalamnya. Maka dari itu, apabila semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka semakin besar pula nilai bobot jenisnya (Kristian *et al.*, 2016).

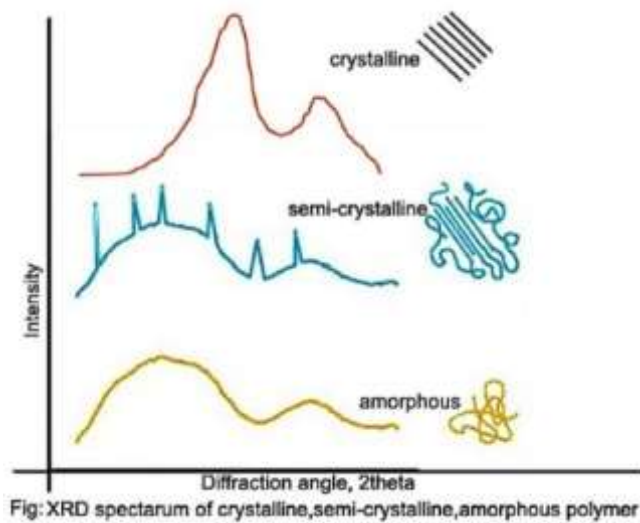
2.4.4 Laju Alir

Laju alir adalah waktu yang dibutuhkan sejumlah granul untuk mengalir dalam suatu alat. Sifat alir ini dapat dipakai untuk menilai efektivitas bahan pelicin, dimana adanya bahan pelicin dapat memperbaiki sifat alir suatu granula sebanyak 100 gram. Kecepatan alir granul dinyatakan dalam satuan gram/detik dan granul tersebut mengalir tidak lebih dari 10 detik (Husni *et al.*, 2020).

2.5 Karakterisasi Fisikokimia Serbuk

2.5.1 X-Ray Diffractometer (XRD)

Spektroskopi difraksi sinar-X (*X-ray diffraction/XRD*) merupakan salah satu metoda karakterisasi material paling sering digunakan. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fase kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel dari nanokristal. XRD sangat berguna untuk mempelajari struktur kristal, komposisi kimia, dan sifat-sifat fisika dari sampel (Mursal, 2018). Difraksi cahaya oleh amorf atau kristal dapat terjadi jika difraksi berasal dari radius yang memiliki panjang gelombang setara dengan jarak antar atom, yaitu sekitar 1 Å. Difraksi tersebar inilah yang dideteksi oleh XRD. Pola difraktogram yang dihasilkan dari alat XRD berupa gambar yang mengandung sumbu X dan sumbu Y. Sumbu adalah deretan puncak difraksi dengan intensitas relatif yang bervariasi (terletak pada sumbu Y) bersama dengan nilai 2θ tertentu (terletak pada sumbu X). Adanya puncak-puncak tajam, menunjukkan struktur kristal. Namun, jika puncak yang dihasilkan memiliki puncak yang tidak tajam, maka material yang dianalisis memiliki struktur amorf (Fatimah *et al.*, 2022).

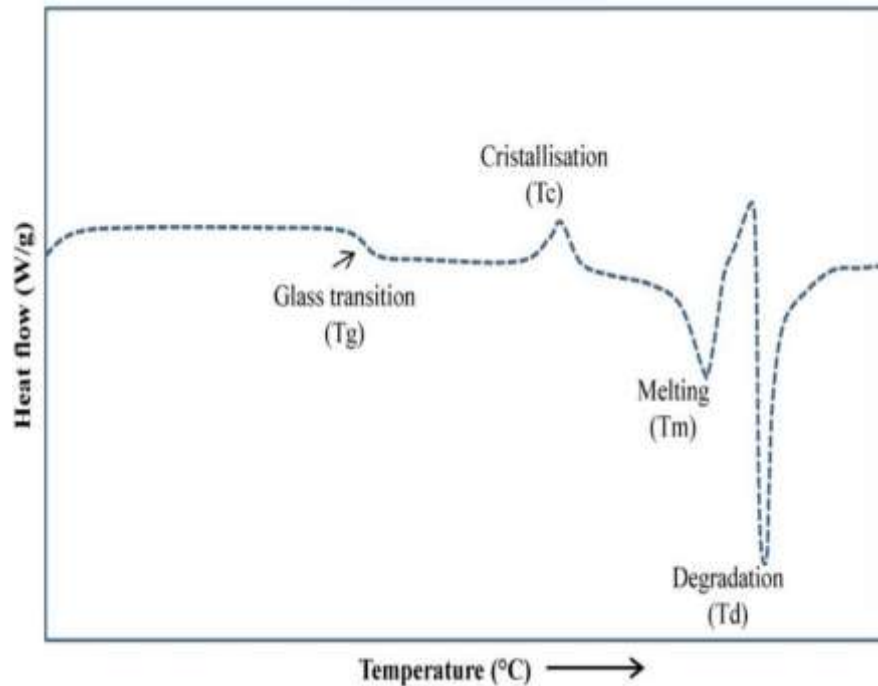


Gambar 2.6 Difragtogram X-Ray Diffractometer (XRD)

(Abhilash *et al.*, 2016)

2.5.2 Differential Scanning Calorimeter (DSC)

DSC adalah metode analisis yang sering digunakan dalam analisis termal untuk menyelidiki T_g dalam dispersi padat. DSC memberikan informasi kualitatif dan kuantitatif terhadap sifat termal bahan padat seperti suhu leleh dan degradasi, suhu transisi gelas, entalpi leleh dan kristalisasi, panas spesifik dan laten, polimorfisme, dan kemurnian bahan (Leyva-Porrás *et al.*, 2019). Metode ini terdiri dari pemanasan dengan laju konstan ke sampel. Perbedaan aliran panas yang diperlukan untuk disuplai ke sampel untuk menjaga pada suhu yang konstan. Perbedaan aliran panas ini diplot terhadap suhu atau waktu untuk memperoleh termogram tipikal. Termogram menunjukkan empat transisi yang diidentifikasi dari suhu rendah ke tinggi sebagai suhu transisi gelas (T_g), suhu kristalisasi (T_c), suhu leleh (T_m), dan suhu degradasi (T_d) (Toxqui-Terán *et al.*, 2018). Representasi termogram DSC dapat dilihat pada Gambar 2.6.

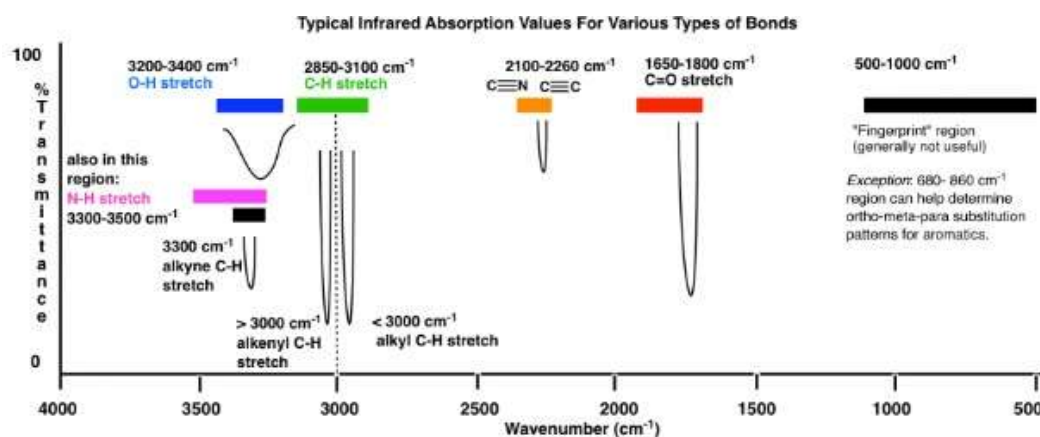


Gambar 2.7 *Temogram Differential Scanning Calorimeter (DSC)*
(Leypa-Porras *et al.*,2019)

2.5.3 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

FTIR merupakan metode pengukuran secara spektroskopi untuk mendeteksi struktur molekul senyawa (Sulistiyani, 2018). Pada pengukuran sampel menggunakan instrument Spektrofotometer FTIR, hasil pengukuran yang diperoleh berupa spektrum. Berdasarkan spektrum tersebut dapat dilakukan identifikasi senyawa baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Andriansyah *et al.*, 2021). Fungsi FTIR untuk mengidentifikasi senyawa organik maupun anorganik dengan menghasilkan spektrum inframerah yang dihasilkan dari interaksi antara radiasi inframerah dan molekul sampel. Fungsi FTIR pada pati untuk mengidentifikasi struktur kimia pati, termasuk pada jenis ikatan glikosidik dan konfigurasi molekul dan mempelajari perubahan struktur pati akibat modifikasi fisik atau kimia yang dapat mempengaruhi sifat fungsionalnya.

FTIR adalah spektroskopi vibrasi, yang mengukur gerakan vibrasi molekul. Pola getaran molekul didefinisikan sebagai gerakan berulang menjauhi dan menuju pusat gravitasi. Energi yang terkait dengan ini gerakan berkisar dari 4000 sampai 500 cm^{-1} . Sebuah molekul dapat menyerap radiasi *infra red*, momen dipol berubah selama gerakan getaran, molekul ini disebut IR aktif. Radiasi *infra red* diserap oleh molekul jika frekuensi dan energi radiasi infra merah sesuai dengan frekuensi dan energi yang dibutuhkan untuk transisi, yang berarti gerak vibrasi dari molekul berpindah dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi. IR spektroskopi didasarkan pada sifat molekul untuk menyelidiki struktur dan interaksi molekul (Ma dan Williams, 2019). Frekuensi karakteristik tergantung pada massa dan tegangan, begitu pula ikatan. Berikut kisaran spektrum FTIR dari 4000 cm^{-1} hingga 500 cm^{-1} dengan berbagai wilayah minat yang disorot dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.8 Spektrum *Fourier Transform Infrared* (FTIR).
(Nandiyanto *et al.*,2019)

2.6 Pengelolaan Data

Validasi metode analisis merupakan penilaian terhadap parameter tertentu berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmnono, 2020). Parameter validasi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari uji normalitas dengan uji *Shaphiro Wilk*, *One-way ANOVA* data yang terdistribusi normal dan homogen, sedangkan untuk data yang tidak terdistribusi dengan normal menggunakan metode *Kruskall Wallis*.

2.6.1 Uji *Shaphiro Wilk*

Uji *Shaphiro Wilk* merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui sebaran data acak suatu sampel yang kecil digunakan simulasi data yang tidak lebih dari 50 sampel. Model regresi yang baik adalah model yang memiliki distribusi normal atau mendekati normal, sehingga layak digunakan pengujian statistik (Pendidikan *et al.*, 2020).

2.6.2 Uji *One-way ANOVA*

Uji *One-way ANOVA* (*Analysis of Variance*) merupakan suatu metode atau salah satu uji hipotesis untuk melakukan pengujian terhadap interaksi antara dua faktor dalam suatu percobaan dengan membandingkan rata-rata dari lebih dua sampel. Tujuan ANOVA adalah untuk menemukan variabel independen dalam penelitian dan mengetahui interaksi antara variabel dan pengaruhnya terhadap suatu perlakuan penggunaan ANOVA didasarkan pada asumsi bahwa data terdistribusi normal, varian homogen dan pengambilan sampel secara acak dan masing-masing sampel independen (Riadi *et al*, 2021).

2.6.3 *Kruskall Wallis*

Kruskall Wallis adalah metode statisti non-parametik, diaplikasikan untuk mengevaluasi signifikan perbedaan antar kelompok variabel independen dalam mempengaruhi variabel dependen.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 – Maret 2025

3.1.2 Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Farmasetika dan Teknologi Farmasi STIKES Dirgahayu Samarinda, Uji evaluasi serbuk di Laboratorium Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Samarinda karakteristik sifat termal (DSC) di Laboratorium Karakterisasi Lanjut – Cisitu, Bandung, Pola difraksi (XRD) di laboratorium Karakterisasi Lanjut – Serpong (Fisika), dan analisis interaksi molekul (FTIR) di Laboratorium Karakterisasi Lanjut – Serpong (Kimia).

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *X-ray Diffractometer* (XRD) (Smartlab Rigaku®), *Differential Scanning Calorimeter* (DSC) (Netzsch 241 polyma®), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (Bruker Tensor 27), oven (Memmert UN55), *Flow tester*, Volumeter (Dual tape density 22), *homogenizer* (D160), *hot plate*, blender, timbangan analitik (Fujitsu®), ayakan no. 80 dan 60 *mesh*, toples kaca, dan alat- alas gelas Laboratorium.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Crosscomellose Sodium* (CCS), *Xanthosoma undipes*, Iodium, *aquadest*, *aluminium foil*, kain saring.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan model rancangan eksperimental untuk mengetahui pengembangan pati talas dengan metode *co-process* sebagai bahan baku Farmasi.

3.3.2 Rancangan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh kombinasi disintegan pati talas dan *crosscomellose Sodium*, pati talas yang telah di pregelatinasi kemudian dilakukan *co-process* dengan perbandingan CCS - PPTs. Pati dipregelatinasi menggunakan perbandingan pati : air (1:1). Kemudian dilakukan *co-process* menggunakan perbandingan konsentrasi CCS - PPTs (1:1, 1:2, dan 1:3). dilakukan evaluasi mutu fisik serbuk yang meliputi organoleptis, uji kadar air, bobot jenis, laju alir, dan sudut diam, serta karakterisasi fisikokimia sampel dilakukan menggunakan *X-ray Diffractometer (XRD)*, *Fourier Transform Infrared (FTIR)*, dan *Differential Scanning Calorimeter (DSC)*

Formula eksipien dirancang dengan menggunakan perbandingan konsentrasi CCS - PPTs (1:1, 1:2, dan 1:3). Rancangan formula yang diperoleh dilakukan *co-process* dan dipilih formula terbaik. Eksipien yang diperoleh kemudian di evaluasi lanjutan meliputi uji organoleptik, uji kadar air, bobot jenis laju alir, sudut diam dan analisis fisikokimia dapat dilihat pada Tabel 3.1.

3.3.3 Variabel

Terdapat tiga variable dalam penelitian ini yaitu variabel *independent* (bebas), variabel *dependent* (terikat) dan variable pengganggu tak terkendali.

1. Variabel *independent* (bebas) adalah perbandingan PPTs - CCS dengan metode *co-process*.
2. Variabel *dependent* (terikat) adalah sifat fisik dan karakteristik fisikokimia.

3. Variabel pengganggu tak terkendali berupa suhu, kelembapan, dan cahaya.

Tabel 3.1 Analisis Fisikokimia dan Evaluasi Sampel

Sampel	Karakterisasi
<i>Crosscomellose Sodiumi</i> (CCS)	XRD, FTIR, DSC
Pati Talas (PTs)	XRD, FTIR, DSC
Pati Pregelatinasi (PPTs)	XRD, FTIR, DSC
<i>Crosscomellose Sodium</i> : Pregelatinasi Pati Talas (CCS : PPTs) (<i>co-process</i> 1:1)	XRD, FTIR, DSC
<i>Crosscomellose Sodium</i> : Pregelatinasi Pati Talas (CCS : PPTs) (<i>co-process</i> 1:2)	XRD, FTIR, DSC
<i>Crosscomellose Sodium</i> : Pregelatinasi Pati Talas (CCS : PPTs) (<i>co-process</i> 1:3)	XRD, FTIR, DSC
Eksipien <i>Co-Process</i>	Uji organoleptik, kadar air, bobot jenis, laju alir, sudut diam, XRD, FTIR, dan DSC

3.3.4 Definisi operasional

Definisi operasional merupakan rumusan yang disusun untuk menjelaskan secara spesifik makna dan istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian. Tujuan definisi oprasional sebagai acuan dalam penentuan instrumen dan alat ukur yang relevan dengan variabel yang diteliti. Definisi oprasional dilihat pada Tabel 3.2.

3.4 Determinasi Identifikasi Tumbuhan

Determinasi Talas Beneng (*Xanthosoma undipes*) dilakukan di Laboratorium Anatomi dan Sistematika Tumbuhan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda. Hasil dari determinasi akan menyatakan bahwa spesies *Xanthosoma undipes* atau bukan.

Tabel 3.2 Definisi operasional

Variabel	Definisi Operasional
Pregelatinasi	Metode modifikasi pati secara fisik paling sederhana yang dilakukan dengan cara memasak atau mengukus pati di dalam air sehingga tergelatinisasi (Susilawati dkk., 2018).
Co-Process	Co-process kombinasi dua atau lebih kompendial maupun non-kompendial ekspisien yang dirancang untuk memodifikasi sifat-sifatnya secara fisik dengan cara yang tidak dapat dicapai oleh pencampuran fisik secara sederhana dan tanpa perubahan kimiawi yang signifikan (IPEC, 2017)

3.5. Talas Beneng

Sebanyak 20 kg talas dikupas, dicuci bersih dengan air mengalir dan dipotong potong ukuran 2-3 cm menggunakan pisau, dihaluskan (PTS : *aquadest*) perbandingan (1:1) dengan blender hingga menjadi bubur dan diperas menggunakan kain saring. Hasil dari perasan diletakan dalam toples kaca diendapan dengan perbandingan pati : air (1:2) selama 24 jam (Zeng *et al.*, 2014). Cairan di bagian atas dilakukan dekantasi, endapan pati dicuci dengan menggunakan *aquadest*. Keringkan menggunakan oven suhu 60 °C selama 24 jam. Pati diperoleh ayak menggunakan *mesh* 60 (Dewi, 2019). Hasil yang diperoleh dihitung rendemen berdasarkan rumus 3.1.

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat pati}}{\text{berat talas}} \times 100\% \quad (3.1)$$

3.6 Pregelatinasi Pati Talas (PPTs)

Sebanyak 500 g pati talas dilarutkan dengan *aquadest* dengan perbandingan (1:1) dalam gelas *beaker* 250 mL dipanaskan menggunakan *hot plate* suhu 90 °C dan dihomogenisasi menggunakan *homogenizer* dengan kecepatan 300 rpm hingga membentuk massa kental. Massa kental dikeringkan menggunakan

oven suhu 50 °C selama 48 jam. Setelah kering ayak menggunakan no. *mesh* 20 (Hartesi, 2022).

3.7 Co-Process CCS – PPTs

Timbang CCS - PPTs secara terpisah dengan perbandingan konsentrasi (1:1, 1:2, dan 1:3). Lakukan preparasi perbandingan 1:1 (PPTs dan *aquadest*) (*aquadest* : CCS), panaskan secara terpisah di atas *hot plate* selama 20 menit pada suhu 40 °C. Campuran yang sudah homogen digabung menjadi satu, dikeringkan dalam oven selama 72 jam. Setelah kering massa serbuk di ayak menggunakan ayakan no. 80 *mesh*, hasil ayakan disimpan dan ditutup rapat. Perlakuan yang sama dilakukan pada perbandingan konsentrasi (1:2 dan 1:3) (Okunlola *et.al.*,2020).

3.8. Evaluasi Serbuk

3.8.1 Organoleptik

Uji organoleptik dapat dilakukan pada serbuk secara visual dengan mengamati bau dan warna yang di timbulkan dari serbuk (Marwati, 2020).

3.8.2 Uji Kadar Air

Sebanyak 5 g sampel kedalam alat *Moisture analyzer*. Alat diaktifkan dan ditunggu selama 15 menit, kemudian dilakukan pengukuran kadar air dengan suhu pemanasan 110 ° C selama 15 menit (Rusdiah dkk., 2021). Kadar air dapat dihitung menggunakan rumus (3.2):

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.8.3 Bobot Jenis

Sebanyak 40 g serbuk (W_o) di masukkan kedalam gelas ukur 250 ml lalu di catat volume nya (V_o) (Fauzia dkk., 2023). Bobot jenis dihitung menggunakan rumus (3.3)

$$P = \frac{W_o}{V_o} \quad (3.3)$$

3.8.4 Laju Alir

Sebanyak 25 g serbuk dimasukkan ke dalam corong setinggi 2/3 menggunakan alat flowmeter. Lalu dialirkan melalui ujung corong dan dihitung waktu alirnya (Rusdiah dkk., 2021). Laju alir serbuk dapat dihitung menggunakan rumus (3.4):

$$\text{Laju Alir} = \frac{\text{massa granul (g)}}{\text{waktu alir (s)}} \quad (3.4)$$

3.8.6 Sudut Diam

Sebanyak 25 g serbuk, masukkan ke dalam corong flowmeter dengan dasar lubang tertutup. Kemudian buka tutup bawah corong sehingga granul dapat mengalir di atas meja yang telah dilapisi kertas grafik. Ukur tinggi dan jari-jari timbunan granul yang terbentuk. Persyaratan uji dikatakan memenuhi syarat apabila $25^{\circ} > \alpha < 40^{\circ}$ (Dewi, 2019).

3.9. Karakterisasi Serbuk *Co-Process*

3.9.1 *X-Ray Diffractometer (XRD)*

Sampel 0,5 g ditempatkan dalam bukaan persegi panjang pada pelat aluminium (ukuran bukaan: 15-20 mm; ketebalan: 1,5 mm) dan ditekan. Analisis X-ray dilakukan dengan X-ray difraktor PRO Pert-X-ray yang beroperasi pada 40 kV dan 30 mA dengan Cu K α radiasi ($\lambda = 1,5406$). Sampel dikemas persegi (15x10 mm, ketebalan 0,15 cm) dan discan dengan kecepatan 2d/min pada sudut difraksi (2 θ) mulai 3d sampai 70d pada suhu kamar (If'all dkk., 2019 ; Liu *et al.*, 2016)

3.9.2 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Sebanyak 1 Sampel (tanpa KBr) langsung ditempatkan pada sensor berlian dari instrumen. Tiga bacaan dikumpulkan pada sebuah resolusi dari 4 cm. Spektra FTIR yang dapat direkam adalah bilangan gelombang dari 4000 – 500 cm⁻¹. Adanya puncak pada bilangan gelombang menunjukkan adanya gugus tertentu. Semua spektrum tersebut

dianalisis menggunakan analisis *omnic thermo fisher* perangkat lunak dan Origin 2016 (Monroy *et al.*, 2018).

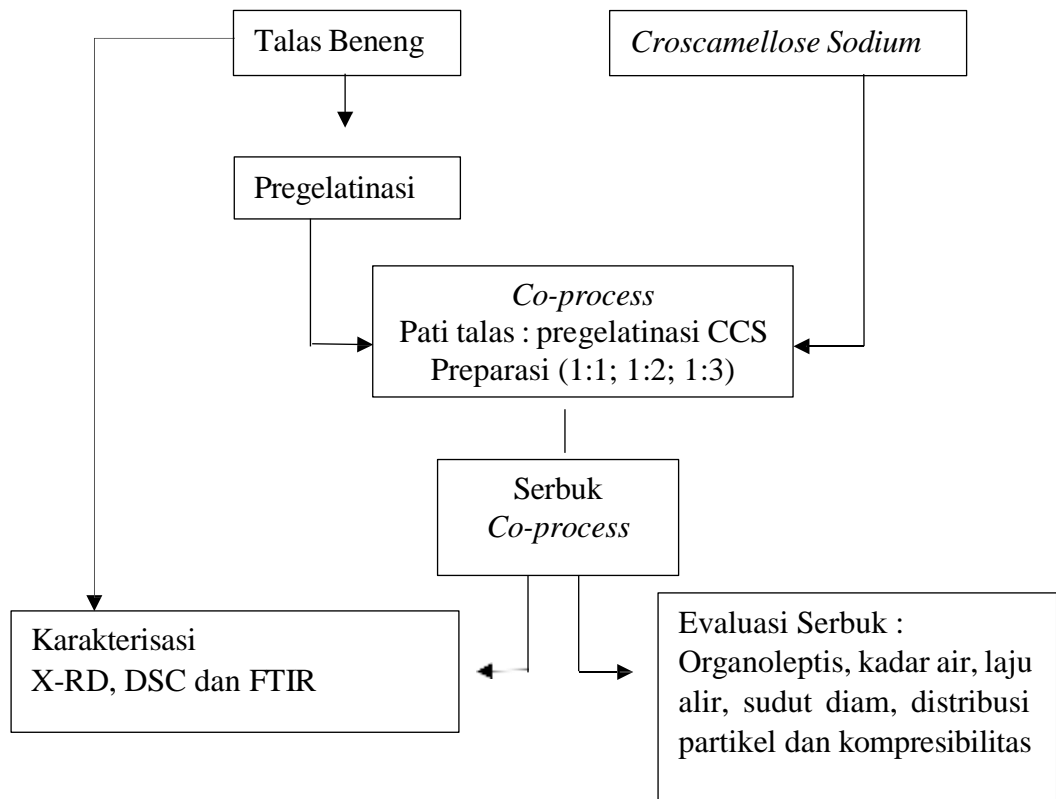
3.9.3 Differential Scanning Calorimeter (DSC)

Sampel 10 mg diletakkan pada nampan aluminium lalu air sebanyak 6 mg ditambahkan. Nampan lalu dibungkus dan disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam sebelum analisis. Skala suhu scanning dan kecepatan pemanasan adalah 40°-120° C dan 10°C/menit. Suhu transisi yang dicatat adalah onset temperature (T_o), peak temperature (T_p), *conclusion temperature* (T_c) dan selisih suhu ($\Delta T = T_c - T_o$). Untuk melengkapi, perubahan entalpi selama proses gelatinisasi (H) diestimasi dengan cara mengintegrasikan area antara thermograms dengan garis bawah di bawah puncak, dan ditulis dengan satuan J/g pati kering (Colussi *et al.*, 2015).

3.10. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil evaluasi *co-processed* dianalisa secara statistik untuk menentukan perbedaan signifikan antar perlakuan. Data uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-wilk* untuk mengetahui apakah terdistribusi dengan normal. Apabila data terdistribusi normal dan homogen, maka analisis dilanjutkan dengan uji *one-way* ANOVA untuk melihat adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan. Apabila data tidak terdistribusi dengan normal maka dilakukan uji non-parametrik menggunakan uji *Kruskal-wallis*. Seluruh analisis statististik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS.

3.11. Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen Pati

Talas yang telah di kupas, dicuci bersih dengan air mengalir dan dipotong dengan ukuran 2-3 menggunakan pisau, dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan 1:1 (500 g : 500 g), blender hingga menjadi bubur dan diperas menggunakan kain saring. Hasil perasan di letakan dalam toples kaca dan diendapkan selama 24 jam. Cairan bagian atas dilakukan dekantasi, hasil pati dikeringkan menggunakan oven suhu 60 °C selama 24 jam. Pati diperoleh di haluskan dan di ayak menggunakan *mesh* 80. Hasil rendemen diperoleh dengan menggunakan metode ekstraksi basah yang dihitung persentase bahan sebelum dan sesudah diproses. Hasil rendemen dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Rendemen Pati


Bahan Pati	Berat Talas	Berat pati (Kg)	Kadar Pati
Talas Beneng	28 kg	4,259	15,335%

Berdasarkan Tabel 4.1 pati talas beneng memiliki kadar pati talas lebih banyak jika dibandingkan dengan pati lain karena pada hasil yang didapatkan, kadar pati talas 15,335%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Aryanti (2017) tentang Pati talas menyatakan bahwa talas mengandung 13-29% pati (Aryanti, 2017).

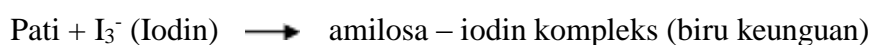
4.1.1 Uji Iodin

Uji iodin merupakan uji yang dilakukan untuk membedakan antara disakarida dengan monosakarida dan polisakarida, amilopektin akan berubah menjadi warna merah violet jika ditambahkan dengan iodin sedangkan amilosa akan berwarna biru jika ditambahkan iodin (Tahir, 2019).

Tabel 4.2 Hasil Uji Reaksi Iodin

Keterangan	Hasil	Keterangan
Serbuk Pati + 3 tetes iodin		+ biru keunguan

Amilosa adalah komponen utama dalam struktur pati selain amilopektin. amilosa tersusun dalam bentuk heliks tunggal yang membentuk kompleks inklusi dengan molekul iodin. (Anisa *et al.*, 2023).



Perubahan warna terbentuk dikarenakan melalui interaksi non-kovalen antara iodin dan heliks amilosa. Struktur heliks amilosa memiliki rongga yang berifat hidrofilik sehingga terjadinya inklusi molekul iodin khususnya dalam bentuk I_3^- . Interaksi ini yang menghasilkan terbentuknya kompleks transfer muatan yang ditandai dengan munculnya warna ungu kebiruan sebagai indikator keberadaan amilosa (Pesek dan Salaghi-Dumitrescu, 2024).

4.2 Pregelatinasi

Pati pregelatinasi adalah hasil modifikasi fisik dari pati dari pati alami yang ditujukan untuk meningkatkan sifatnya, seperti kelarutan. Proses ini melibatkan proses pemanasan pati dalam air pada suhu di atas titik gelatinasi ($60^\circ\text{-}80^\circ\text{C}$) yang menyebabkan granula pati menyerap air, mengembang dan mengalami disintegrasi parsial. Pemutusan ikatan hidrogen antara molekul amilosa dan amilopektin selama pemanasan menghilangkan struktur kristalin dan transisi ke bentuk amorf. Kerusakan struktur granula yang terjadi selama pengelolaan akan meningkatkan kapasitas rehidrasi dan pembengkakan saat terhidrasi. Perbandingan dengan pati alami, pati pregelatinasi menunjukkan karakteristik superior dalam daya mengembang dan kestabilan fisikokimia (Ariola, 2019)

4.3 *Co-process*

Co-process menggabungkan 2 bahan dengan karakteristik yang saling melengkapi dan memperoleh sifat fisik yang baik. Pati diketahui memiliki kekurangan sifat alir dan kompresibilitas, sedangkan CCS menunjukkan laju pengembangan yang sangat cepat dan kelarutan yang rendah pada media air. Metode *co-processed* mampu menghasilkan eksipien yang lebih optimal dibandingkan penguannya secara tunggal.

Eksipien *co-process* dibuat dengan mencampurkan pati talas dan CCS ke dalam air suling dengan suhu 70 °C menggunakan *beaker* hingga membentuk masa kental. Campuran ini dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam (Syofyan *et al.*, 2013). Pelarut *aquadest* tidak mengubah ikatan hidrogen yang ada pada pati dan struktur pati tidak berubah karena molekul yang terdapat pada pati tidak akan larut bersama dengan *aquadest*. Hal ini yang menyebabkan massa pati pada saat proses perendaman menggunakan *aquadest* lebih besar dibandingkan dengan menggunakan pelarut yang bersifat basa (Ummah, 2019). Formulasi *crosscomellose sodium* yang di *co-process* dengan pati talas metode *co-process* dengan perbandingan seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Formulasi pregelatinasi pati talas - *crosscomellose sodium*

Formula	Sampel	Perbandingan
SD1	CCS : PPTs	1:1 (100 g : 100 g)
SD2	CCS : PPTs	1:2 (100 g : 200 g)
SD3	CCS : PPTs	1:3 (100 g : 300 g)

Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan morfologi yang dihasilkan pada ketiga formula. SD3 menghasilkan serbuk dengan karakteristik yang lebih halus dibandingkan dengan SD1 dan SD2. Perbedaan karakteristik serbuk yang dihasilkan disebabkan oleh variasi rasio antara PPTs dan CCS dalam metode *co-processed*. Perbandingan komponen yang berbeda dapat mempengaruhi interaksi fisik antarpartikel selama proses pengeringan, dan pencampuran sehingga membentuk aglomerasi dengan morfologi yang berbeda-beda.

4.4 Organoleptik

Pengujian secara organoleptik merupakan teknik penilaian yang memanfaatkan indra manusia sebagai instrumen utama dalam menganalisis produk. Penilaian ini meliputi penampilan secara visual/kenampakan, bau/aroma, rasa, tekstur. Hasil pengujian secara organoleptik dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Organoleptik

Formula	Bentuk	Warna	Bau	Rasa
CCS	Sebuk Halus	Putih	Tidak Berbau	Tidak ada rasa
PTs	Sebuk Halus	Putih	Bau Talas	Tidak ada rasa
PPTs	Sebuk Halus	Putih	Tidak berbau	Tidak ada rasa
SD1	Sebuk Halus	Putih	Tidak berbau	Tidak ada rasa
SD2	Sebuk, butiran kecil	Putih	Tidak berbau	Tidak ada rasa
SD3	Sebuk, sedikit kasar	Putih	Tidak berbau	Tidak ada rasa

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

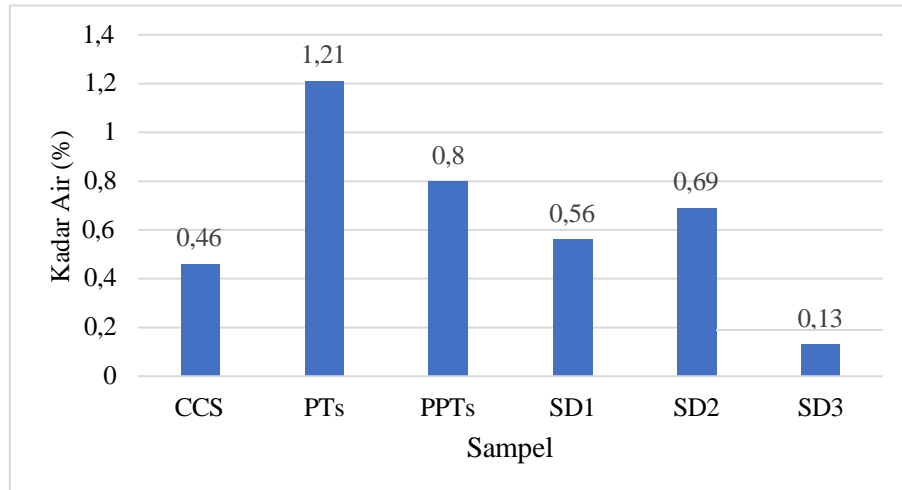
Hasil pengujian secara organoleptis pada 6 sampel memiliki konsistensi dalam bentuk dan warna. Serbuk hasil kombinasi CCS : PPTs menunjukkan variasi karakteristik antar formula. Bentuk serbuk yang dihasilkan dari *co-process* dengan perbandingan yang berbeda menunjukkan hasil yang bervariasi ini disebabkan oleh karakteristik dari masing – masing bahan penyusun. Formula dengan kadar pati yang tinggi membentuk partikel yang cenderung besar, sedikit kasar, dan ukuran yang tidak beraturan, sedangkan formula pati yang lebih rendah menghasilkan partikel yang lebih kecil, halus dan seragam dikarenakan CCS memiliki sifat yang berpori. Metode pengeringan yang digunakan pada metode *co-process* juga

berkontribusi terhadap perbedaan bentuk (Trisopon *et al.*, 2025). Warna serbuk hasil *co-process* tampak putih keruh disebabkan oleh tingginya PPTs dalam formulasi. PPTs kehilangan struktur kristalnya dan menjadi lebih amorf sehingga serbuk tidak mampu memantulkan cahaya secara sempurna dan tampak kusam. Faktor lain yang turut berperan adalah keberadaan kelembaban serbuk yang belum sepenuhnya teruapkan selama proses pengeringan, yang dapat mempengaruhi penurunan kejernihan warna serbuk (Kankate *at al.*, 2020). Pada pati talas menunjukkan aroma yang khas dibandingkan sampel lainnya yang tidak teridentifikasi bau. Hal ini disebabkan proses pregelatinasi seperti pemanasan dan pencampuran sehingga bau pada sampel terdegradasi. Pengujian secara organoleptis berfungsi sebagai sistem deteksi awal dalam penilaian kualitas dan nilai mutu produk.

4.5 Evaluasi Serbuk

4.5.1. Uji Kadar Air

Kadar air merupakan metode pengukuran untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada CCS, PTS, PPTs dan CCS : PPTs (1:1, 1:2, 1:3). Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang tersisa dalam serbuk setelah proses pengeringan dan kelembaban (Rustiani & Hidayat, 2023). Uji kadar air dilakukan dengan menggunakan oven dilakukan pengukuran kadar air dengan suhu pemanasan 110° selama 15 menit. Syarat penilaian kadar air dalam sampel yang baik berkisar antara 2-5%. Perbandingan kadar air CCS, PTS, PPTs dan CCS : PPTs (1:1, 1:2, 1:3) ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil Uji Kadar Air

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

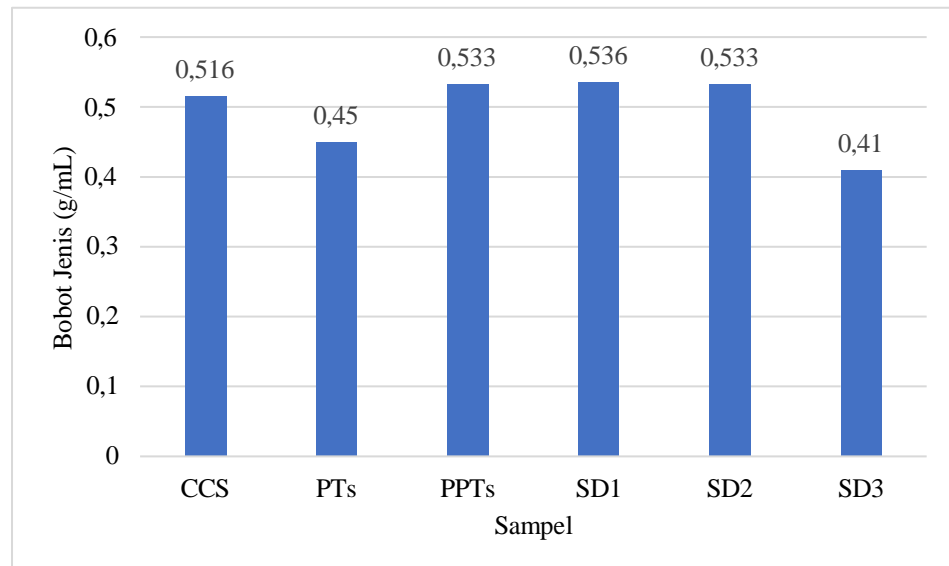
SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada ke 6 sampel yaitu CCS 0,46%, PTs 1,21%, PPTs 0,8%, SD1 0,56%, SD2 0,69%, dan 0,13%. Hasil ini menunjukkan bahwa semua sampel tidak memenuhi syarat yang sangat rendah dan jauh dari batas ambang batas kadar air maksimum. Nilai ini mengindikasikan bahwa *co-process* menghasilkan serbuk dengan stabilitas higroskopis yang tinggi, dan tidak mudah menyerap kelembapan. Kadar air yang rendah menunjukkan bahwa struktur partikel hasil *co-process* memiliki sifat amorf yang stabil (Aultons dan Taylor, 2022).

Penurunan kadar air yang signifikan SD3 disebabkan perbedaan variasi pengeringan selama *co-process* yang menjadi faktor utama penyebab kadar air serbuk yang menurun drastis. Penggunaan volume air yang terbatas serta suhu pengeringan yang tidak konsisten mempercepat evaporasi, sehingga menghasilkan serbuk dengan kelembapan residu yang sangat rendah (Patel *et al.*, 2024).

4.5.2 Bobot Jenis

Bobot jenis merupakan pengukuran perbandingan antara massa sediaan dengan volume sediaan pada suhu tertentu. Jika terjadi perbedaan antara formula dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi bahan aktif. Bobot jenis akan menunjukkan keseragaman distribusi ukuran partikel didalam sediaan yang akan berpengaruh pada kemampuan air dan kompreibilitas sediaan. Tujuan dilakukan pengukuran bobot jenis adalah untuk mengetahui karakteristik fisik serbuk. Syarat bobot jenis pada sampel yang baik berkisar antara 0,2 g/ml – 0,6 g/ml. Hasil pengujian Bobot Jenis dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Bobot Jenis

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

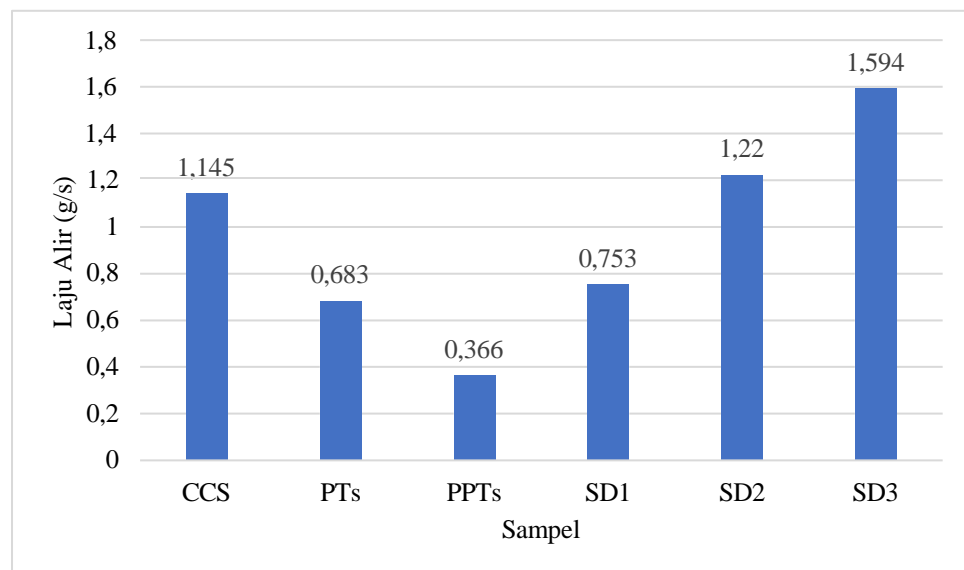
SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

Hasil yang diperoleh dari 6 sampel adalah CCS 0,51 g/ml, PTs 0,45 g/ml, PPTs 0,53 g/ml, SD1 0,53 g/ml, SD2 0,53 g/ml, SD3 0,41 g/ml. Hasil menunjukkan bahwa sampel memenuhi syarat yang artinya ke 6. Hal ini menunjukkan bahwa hasil *co-process* memiliki struktur padat dan seraga, yang menjadi indikator komposisi partikel yang baik dan kestabilan fisik bahan (Aultons dan Taylor, 2022).

4.5.3 Uji Laju Alir

Uji laju alir merupakan pengukuran untuk mengetahui kemampuan mengalirnya massa serbuk. Pengukuran ini biasanya menggunakan flowmeter dengan prinsip kerja untuk mengukur kebutuhan sampel yang akan mengalir melalui corong dengan diameter yang sudah ditentukan. Laju alir berfungsi untuk melihat sukar atau tidaknya suatu serbuk mengalir melewati alat (Rustiani & Hidayat, 2023). Persyaratan waktu alir <10 detik untuk 25 g serbuk (Solikhati *et al.*, 2022). Hasil pengujian laju alir dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Uji Laju Alir

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

Hasil pengujian waktu alir CCS 1,145 g/s , PTs 0,683 g/s, PPTs 0,366 g/s, SD1 0,753 g/s, SD2 1,22 g/s, SD3 0,593 g/s ini menunjukkan bahwa ke 6 sampel memiliki waktu alir buruk . Laju alir dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik, contohnya ukuran partikel. Partikel yang memiliki ukuran besar menghasilkan alir yang lebih lancar karena resistensi gesekan antara partikel yang lebih rendah, sebaliknya partikel yang berbentuk tidak teratur dan berukuran sangat kecil dan halus dapat menyebabkan peningkatan kohesi antar partikel, sehingga akan menghambat laju alir.

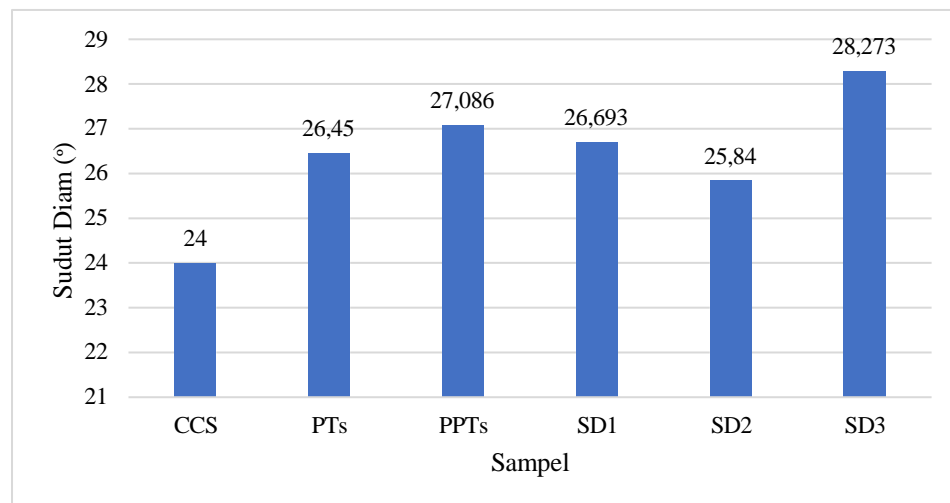
Berdasarkan hasil uji, pati pregelatinasi dan pati talas menunjukkan nilai laju alir yang rendah dibandingkan CCS maupun formula *co-processed* (SD1, SD2, dan SD3). Hal ini menunjukkan bahwa pati talas dan pati pregelatinasi memiliki keterbatasan aliran serbuk yang disebabkan oleh morfologi pati yang tidak beraturan dan ukuran partikel yang kecil. Struktur pati talas yang padat serta proses pregelatinasi yang menyebabkan aglomerasi partikel yang memperparah penurunan laju alir.

Formulasi *co-processed* (SD1, SD2, dan SD3) menunjukkan perbaikan signifikan di bandingkan pati tunggal dan pati pregelatinasi. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi fisik antara PPTs dan CCS melalui metode *co-processed* mampu mengurangi kelemahan masing - masing komponen tunggal. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Awalludin (2016) laju alir menunjukkan nilai yang tinggi dibandingkan eksipien tunggal seperti pati pregelatinasi dan pati talas. Hal ini menunjukkan bahwa *co-processed* mampu memberikan peningkatan pada sifat alir serbuk. Formula F3 memberikan laju alir yang baik, menunjukkan

bahwa *co-processed* tidak hanya memperbaiki ukuran dan bentuk partikel, tetapi mengurangi kohensif antar pati (Awalludin, 2016).

4.5.4 Sudut Diam

Sudut Diam adalah parameter yang digunakan untuk menilai kemampuan aliran partikel granul yaitu sudut yang terbentuk pada tumpukan serbuk di bidang datar. Perlakuan dilakukan dengan cara serbuk dilewatkan ke dalam corong flowmeter dengan ketinggian 10 cm lubang dasar tertutup setelah selesai granul akan membentuk tumpukan dan sudut yang telah terbentuk. Jika hasil sudut diam bernilai $25^\circ >$ maka dapat dinyatakan serbuk tersebut memiliki sifat alir yang baik, namun jika $<30^\circ$ maka dapat serbuk memiliki sifat alir yang kurang baik. Semakin kecil nilai sudut diam maka sifat alir akan semakin baik, dan begitu juga sebaliknya, nilai yang lebih besar akan menunjukkan sifat alir yang kurang baik. Tabel hasil sudut diam dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil Sudut Diam

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

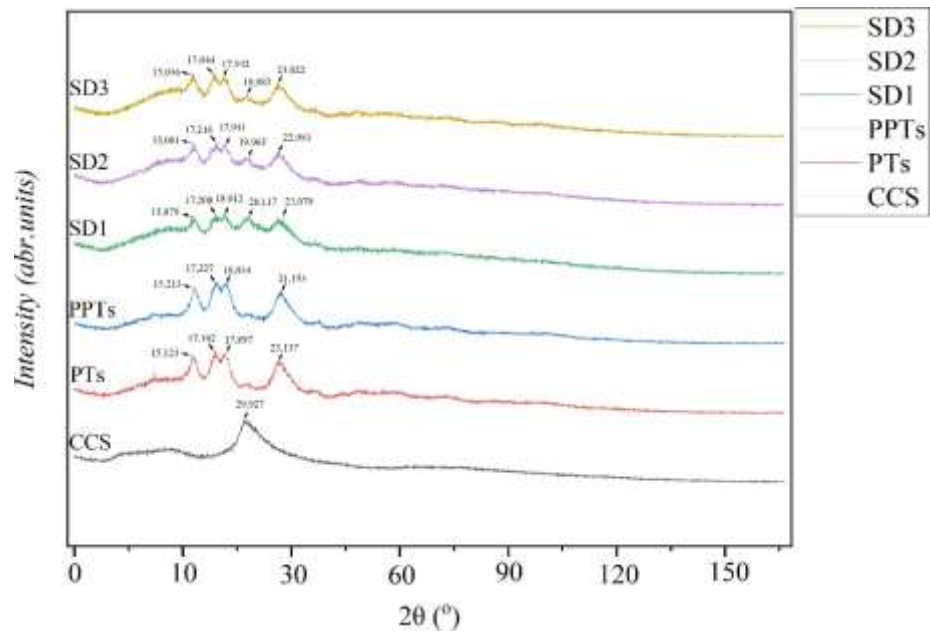
SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

Berdasarkan hasil uji sudut diam dari 6 sampel tersebut adalah CCS 24° ; PTS $25,45^\circ$; PPTs $27,08^\circ$; SD1 $26,69^\circ$; SD2 $25,84^\circ$; SD3 $28,27^\circ$. Hasil menampilkan bahwa PTs, PPTs, SD1, SD2, SD3 memenuhi syarat dengan sifat alir yang baik sedangkan CCS tidak memenuhi syarat yang artinya CCS memiliki sifat alir yang kurang baik dan memiliki granul yang cukup besar. Semakin kecil sudut diam, maka sifat alir serbuk akan semakin baik, sebaliknya semakin besar sudut diam, maka sifat alirnya semakin buruk. Penelitian yang dilakukan oleh Awalludin (2016) sudut diam yang baik pada konsentrasi 3% dan 4% sehingga sudut diam lebih dipengaruhi oleh gaya kohesi, yakni interaksi antar partikel yang berkaitan dengan faktor luas permukaan partikel. Semakin besar luas permukaan partikel maka semakin besar pula gaya kohesivitasnya (Awalludin, 2016). Oleh karena itu, amilum talas memiliki gaya kohesivitas yang besar yang menyebabkan tidak dapat mengalir.

4.6 Karakteristik Fisikokimia

4.6.1 X-Ray Diffractometer (XRD)

X-Ray Diffractometer (XRD) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi perubahan kristali dan kristalin pada *Croscarmellose Sodium*, Pati Talas, Pati Talas Pregelatinasi, dan perbandingan CCS : PPTs berupa serbuk yang ditembak dengan radiasi sinar X dengan sudut difraksi. Identifikasi puncak menunjukkan sudut difraksi 2θ (Sumbu x) dan intensitas (sumbu y) menunjukkan puncak intensitas. Puncak yang tajam akan menunjukkan struktur kristal, namun jika hasil yang ditampilkan tidak tajam maka menunjukkan bentuk amorf (Fatatima *et al.*, 2022). Hasil gambar difragtogram XRD dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Difraktogram CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2 dan SD3

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

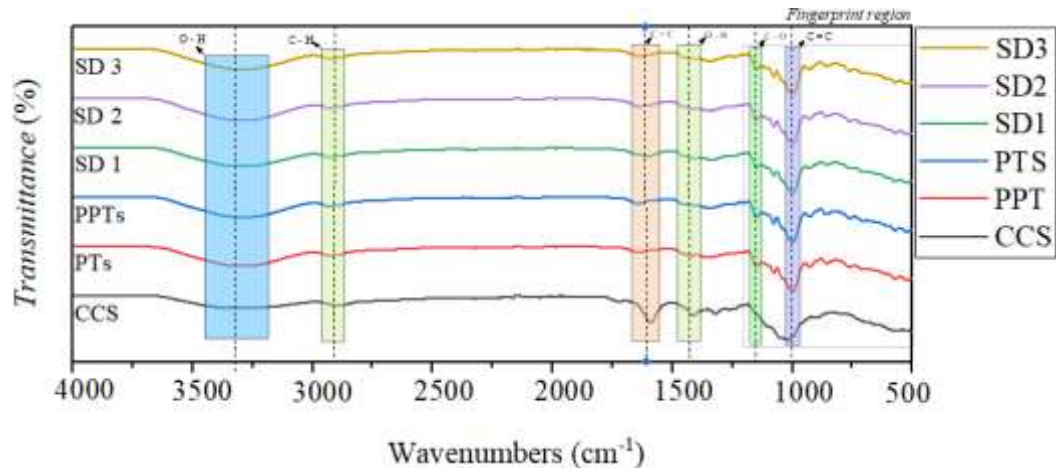
Hasil difraksi sinar-X dengan 6 sampel menunjukkan karakteristik kristal dari masing - masing sampel. Terlihat bahwa semua sampel memiliki puncak karakteristik pada sudut 2θ sekitar 15° - 17° , sampel CCS memiliki puncak pada sudut 2θ sebesar $19,967^\circ$ dengan intensitas 1829 menandakan tingkat kristalinitas. PTs memiliki puncak sebesar $15,123^\circ$; $17,102^\circ$; $17,987^\circ$; dan $23,025^\circ$ dengan intensitas 1659, 1802, 1761, dan 1497 yang ditandai adanya tingkat kristalinitas yang cukup tinggi. Hasil yang didapatkan pada PPTs dengan 2θ memiliki puncak sebesar $15,231^\circ$; $17,227^\circ$; $18,034^\circ$ dan $23,153^\circ$ dengan intensitas 1644, 1844, 1819, dan 1616 yang menandakan bahwa tingkat kristalinitas yang paling tinggi jika dibandingkan dengan sampel lainnya.

Formulasi perbandingan serbuk *co-processed* mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan serbuk murni, formulasi SD1 dengan sudut 2θ $15,079^\circ$; $17,208^\circ$; $18,012^\circ$; $20,117^\circ$; $23,070^\circ$ dengan intensitas 1276, 1312, 1371, 1318, 1276. SD2 dengan sudut 2θ $15,081^\circ$; $17,216^\circ$; $17,941^\circ$; $19,965^\circ$; $22,981^\circ$ dengan intensitas 1512, 1520, 1424, 1203, 1304. Hasil yang didapatkan SD3 dengan sudut 2θ $15,036^\circ$; $17,044^\circ$; $17,942^\circ$; $19,983^\circ$; $23,022^\circ$ dengan intensitas 1459, 1556, 1467, 1058 dan 1357. Perbedaan puncak XRD antar sampel menunjukkan adanya variasi tingkat kristalinitas akibat *co-processed* antara PPTs dan CCS. Peningkatan atau munculnya puncak baru menandakan terbentuknya struktur baru akibat interaksi fisik, seperti ikatan hidrogen. Penurunan intensitas puncak menandakan transisi ke bentuk amorf yang umumnya terjadi pada proses pregelatinasi dan interaksi molekul antar komponen.

Secara keseluruhan, hasil karakterisasi fisikokimia ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Deore dan Gambhire (2024) menunjukkan bahwa puncak kristalin khas *Chlorthalidone* tetap hadir dalam pencampuran fisik tanpa merubah intensitas atau pergeseran sudut 2θ mengindikasikan bahwa tidak terjadi perubahan kristalinitas atau interaksi yang dapat mengubah sifat fisik dari zat aktif (Deore dan Gambhire, 2024).

4.6.2 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

FTIR adalah alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi radiasi inframerah oleh sampel. Spektrum yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi menggunakan daerah inframerah pada gelombang elektromagnetik. Sampel pada sumbu x (*Wave Number*) $4000 - 500 \text{ cm}^{-1}$ ini menyebabkan terjadinya perubahan vibrasi pada ikatan, sehingga memberikan data yang kompleks.



Gambar 4.2 Speaktrum CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2 dan SD3

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

Berdasarkan hasil identifikasi gugus fungsi dapat dilihat pada Gambar 4.3. Hasil Identifikasi gugus fungsi dari CCS, PTs, PPTs dan Formulasi *co-processed*. Berdasarkan spektrum inframerah rentang dengan nilai 3200-3550 cm^{-1} berkaitan dengan vibrasi peregangan gugus O-H (Alkohol) menandakan keberadaan polisakarida pati . Pita serapan pada rentang 2840-3000 cm^{-1} menandakan ikatan rangkap 2 C=C (Alkena) yang berasal dari vibrasi glukosa senyawa yang mengandung ikatan tak jenuh. Pita serapan 1380-1420 cm^{-1} yang menandakan ikatan O-H struktur alifatik CCS dan Pati. Pita serapan 1124-1205 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi ikatan C-O menandakan ikatan glikosidik polisakarida pada pati. Pita serapan 895-995 cm^{-1} dialokasikan dengan *out-of-plane* bending ikatan C=C yang berasal dari struktur CCS. Tabel Gelombang spektrum FTIR dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Gelombang Spektrum

Bilangan Gelombang						Gugus Fungsi
CCS	PTs	PPTs	SD1	SD2	SD3	Vibrasi
3319	3290	3291	3285	3294	3294	O-H
2882	2931	2931	2929	2931	2930	C-H
1590	1643	1643	1592	1642	1643	C=C
1413	1416	1415	1414	1415	1415	O-H
-	1149	1149	1149	1149	1149	C-O
895	995	995	995	995	995	C=C

Pita serapan lebar yang muncul pada daerah 3200-3550 cm^{-1} menunjukkan peregangan dari gugus hidroksil (O-H) yang mengindikasikan keberadaan senyawa hidrofluk (Sivakumar dan Senthilkumar, 2024). Pita serapan pada rentang 2840-3000 cm^{-1} mencerminkan peregangan gugus (C-H) alifatik yang muncul pada semua sampel dan merupakan karakteristik gugus metil dan metilen. Bilangan gelombang ini menandakan struktur hidrokarbon jenuh dari rantai alifatik, yang terdapat pada CCS dan polisakarida seperti pati (Wang *et al.*, 2024). Pita serapan pada kisaran 1566-1650 cm^{-1} yang menandakan peregangan pada ikatan C=C menandakan adanya gugus alkena atau aromatik. Pada CCS ikatan aromatik, pada pati dan formula hasil *co-process* menandakan interaksi molekular antar komponen.

Pita serapan 1380-1420 cm^{-1} menunjukkan pergeseran formula menunjukkan bahwa hasil *co-process* menyebabkan transisi sebagian struktur dari kristal menjadi amorf, yang meningkatkan kemampuan eksipien dalam mengikat zat aktif (Dankar *et al.*, 2018). Pita serapan 1124-1205 cm^{-1} yang konsisten menunjukkan peregangan dari gugus (C-O), yang berkaitan dengan ikatan glikosidik pada polisakarida pati. Gugus ini menunjukkan struktur dasar karbohidrat tetap utuh dan tidak mengalami pemutusan ikatan selama *co-process* (Marinopoulou *et al.*, 2025). Pita serapan C-O muncul pada sampel, kecuali CCS ini menunjukkan bahwa

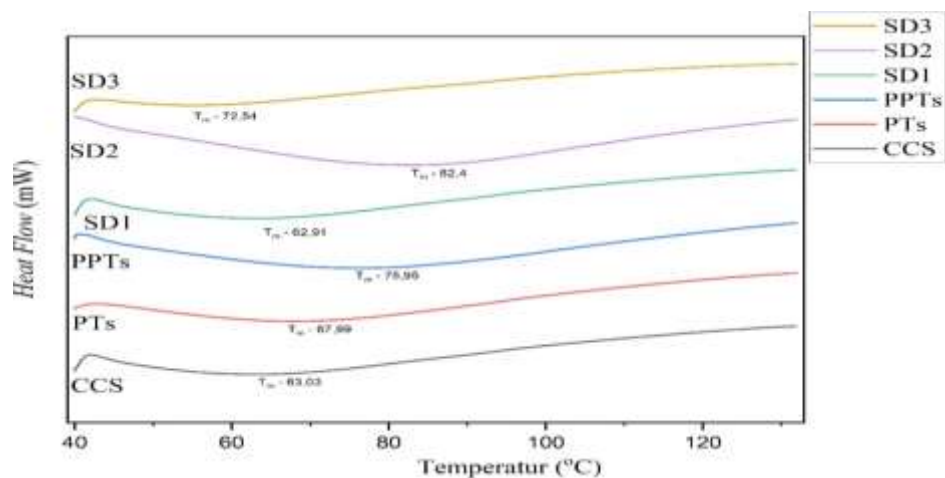
gugus C-O merupakan struktur polisakarida pati. Pita serapan CCS tidak muncul dikarenakan CCS tidak memiliki gugus alkohol atau eter, melainkan CCS memiliki gugus Laktam (C=O dan N-H) serta rantai karbon alifatik tanpa ikatan C-O.

Pita serapan rentang 895-995 cm^{-1} dialokasikan dengan vibrasi keluar bidang dari ikatan C=C yang mengindikasikan keberadaan gugus alkena atau aromatik. Kemunculan ini disebabkan oleh tumpang tindih pita vibrasi lain, seperti C-H bending atau skeletal vibration cincin glukosa. Oleh karena itu, pita ini mencerminkan gabungan struktur alifatik dan siklik serta menunjukkan *co-process* tidak mengubah struktur kimia dasar masing-masing bahan. Spektrum FTIR semua sampel menunjukkan tidak terjadi perubahan struktur kimia selama *co-process* antara CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2, dan SD3 yang menunjukkan adanya gugus O-H, C-H, C=C, O-H, C-O, dan C=C. Pergeseran kecil pada pita-pita utama menunjukkan interaksi fisik seperti pembentukan ikatan hidrogen antar komponen, tanpa pembentukan senyawa baru. Hasil menyatakan berhasil mengintegrasikan komponen tanpa menyebabkan degradasi kimia, sekaligus terbentuknya sistem campuran yang lebih stabil secara fisikokimia.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bakre *et al.* (2019) yang menginformasikan bahwa tidak terjadi pembentukan pita baru yang menandakan bahwa *co-process* banyak melibatkan interaksi fisik saja (Bakre *et al.*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Deore dan Gambhire (2024) spektrum FTIR menunjukkan tidak terdapat pergeseran signifikan pada pita serapan khas chlorthalidone setelah dikombinasikan dengan eksipien *co-processed* (manitol, xylitol, dan MCC). Hasil menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi kimia antar komponen dan menunjukkan kompresibilitas serta stabilitas kimia yang baik (Deore dan Gambhire, 2024).

4.6.3 Differential Scanning Calorimeter (DSC)

DSC adalah metode yang digunakan untuk menganalisis perbedaan kalori untuk mengetahui suhu transisi gelas (T_g), suhu kristalisasi (T_c), suhu Leleh (T_m) dan suhu degradasi (T_d) dari serbuk CCS, PTs, PPTs, dan Perbandingan CCS : PPTs (1:1, 1:2, dan 1:3). Data diperoleh berupa termogram dengan penyerapan panas (sumbu y) dan perbedaan suhu (sumbu x). Termogram CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2 dan SD3 terdapat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Termogram CCS, PTs, PPTs, SD1, SD2 dan SD3

Keterangan:

CCS = *Croscarmellose Sodium*

PTs = Pati Talas

PPTs = Pregelatinasi Pati Talas

SD1 = Perbandingan CCS : PPTs (1:1)

SD2 = Perbandingan CCS : PPTs (1:2)

SD3 = Perbandingan CCS : PPTs (1:3)

Berdasarkan hasil termogram pada Gambar 4.2 sampel CCS tidak menunjukkan titik transisi glass (T_g) tetapi memiliki titik leleh (T_m) pada suhu 63.03 °C, sampel PTs tidak menunjukkan adanya titik transisi glass tetapi memiliki titik leleh pada suhu 67,99 °C. Sampel PPTs terdapat titik leleh (T_m) pada suhu 75,95 °C. Termogram pada semua formula serbuk *co-processed* menunjukkan nilai titik leleh (T_m) yang meningkat yaitu pada suhu 62,91 °C (SD1), 82,4 °C (SD2), dan 72,54 °C (SD3), hal

ini dikarenakan konsentrasi CCS yang semakin meningkat karena adanya perbandingan.

Kombinasi PPTs : CCS dan Pati terjadi penurunan titik leleh terjadinya interaksi fisik, seperti pembentukan ikatan hidrogen yang dapat mempengaruhi karakteristik termal, termasuk titik leleh. Variasi titik leleh anatar sampel dapat mencerminkan perbedaan tingkat interaksi atau kompleksasi, yang bergantung pada rasio komponen dan metode pembuatan. Faktor suhu pengeringan teknik pregelatinasi, serta tekanan selama proses granulasi berpotensi mempengaruhi derajat gelatinasi sehingga menyebabkan perubahan sifat termal (Patel *et al.*, 2024). Hasil ini sejalan dengan penelitian Deore dan Gambhire (2024) menunjukkan bahwa puncak endotermik chlorthalidone tetap muncul tanpa pergeseran signifikan setelah pencampuran dengan eksipien, baik secara fisik maupun modifikasi. Ketiadaan puncak baru atau perubahan suhu leleh mengindikasikan tidak adanya interaksi termal atau pembentukan kompleks antara bahan aktif dan eksipien (Deore dan Gambhire, 2024).

4.7 Pengolahan Data

Validasi metode bertujuan untuk menetapkan parameter *co-processed* dari kombinasi PPTs dan CCS dengan menganalisa penambahan CCS terhadap karakteristik fisik sebagai eksipien dengan uji ANOVA. Hasil evaluasi *co-processed* eksipien, sebelum diuji dengan *one-way* ANOVA, dilakukan uji normalitas dengan metode *Saphiro Wilk*, dan homogenitas. Hasil uji Normalitas dan Homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Statistik

Parameter	Sig. Uji Normalitas			Sig. ^a
	SD1	SD2	SD3	
Kadar Air	0,593	0,000	0,477	0,093
Bobot Jenis	0,000	0,000	0,114	0,994
Laju Alir	0,026	0,946	0,491	0,885
Sudut Diam	0,793	0,121	0,285	0,814

Ket : Sig.^a = signifikansi *one-way* ANOVA

Berdasarkan hasil uji normalitas adalah tahap awal memastikan distribusi data parameter fisik (kadar air, bobot jenis, laju alir, sudut diam) pada formula SD1-SD3. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar data memiliki nilai signifikansi ($p > 0,05$), yang menandakan sampel terdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilakukan uji ANOVA.

SD3 menunjukkan distribusi normal pada seluruh parameter, mencerminkan komposisi yang seimbang antara PPTs – CCS menghasilkan serbuk yang homogen. SD1 dan SD2 menunjukkan data yang tidak normal di beberapa parameter dengan rasio ($p < 0,05$), akibat CCS yang tidak memiliki sifat yang plastis dan porositas tinggi, sehingga mempengaruhi keseragaman serbuk. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai signifikansi parameter fisik lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) yang menandakan hasil terdistribusi dengan normal, maka hasil ini tidak dilanjutkan dengan pengujian *kruskal wallis* . Hal ini menunjukkan bahwa variasi rasio antara PPTs – CCS tidak memberikan pengaruh yang signifikansi terhadap sifat fisik campuran serbuk.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Metode *Co-process* mampu memperbaiki sifat fisik dari pati talas ditunjukkan dengan adanya penurunan kadar air CCS 0,46%, PTs 1,21%, PPTs 0,8%, SD1 0,56%, SD2 0,69%, dan SD3 0,13%, dengan bobot jenis CCS 0,51 g/ml, PTs 0,45 g/ml, PPTs 0,53 g/ml, SD1 0,53 g/ml, SD2 0,53 g/ml, SD3 0,41 g/ml, laju alir CCS 1,145 g/s, PTs 0,683 g/s, PPTs 0,366 g/s, SD1 0,753 g/s, SD2 1,22 g/s, SD3 0,593 g/s, dan sudut diam CCS 24° ; PTS 25,45° ; PPTs 27,08° ; SD1 26,69° ; SD2 25,84° ; SD3 28,27°.
2. Hasil karakterisasi fisikokimia diperoleh difragtogram XRD sudut 2 θ menunjukkan SD1 (17,208°), SD2 (17,216°), SD3 (17,044°), spektum FTIR menunjukkan pergeseran ikatan O-H (3184-3450), C-H (2867-2960), peregangan C=C (1608-1672), *fingerprint region* C-H (1120-1172), dan C-Cl (972-1027), dan termogram DSC menunjukkan perbedaan titik leleh SD1 (62,91 °C), SD2 (82,4 °C), dan SD3 (72,54 °C).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya yaitu:

1. Dilakukan pengembangan pati talas yang telah di *co-process* menjadi sediaan Farmasi, seperti tablet.
2. Dilakukan modifikasi menggunakan metode lain, seperti *freeze drying* dan *spray drying*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhilash, V., Rajender, N., & Suresh, K. 2016. X-ray diffraction spectroscopy of polymer nanocomposites. *In Spectroscopy of Polymer Nanocomposites*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-40183-8.00014-8>
- Aeni, Q. 2019. Studi kemampuan pati hiji alpukat (*Persea americana* Mil) pregelatinasi sebagai bahan penghancur pada tablet paracetamol kempa langsung. 1–142. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/1425/2/QurratulAeni.pdf>
- Alfaridz, F., & Musfiroh, I. 2020. Interaksi Antara Zat Aktif dan Eksipien dalam Sediaan Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 5(1), 23–31. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v5i1.25755>
- Anggraeni, W., Ratih, H., Anis, N., & Ramadan, A. 2021. Kemampuan Pati Pregelatinasi Buah Sukun (*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F.A.Zorn) Fosberg) sebagai Bahan Penghancur pada Tablet Eritromisin Stearat. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 18(2), 402. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v18i2.9125>
- Anisa, S., Dalimunthe, G. I., Lubis, M. S., & Yuniarti, R. 2023. Isolasi Amilopektin dari Pati Jagung (*Zea Mays L*) yang Berpotensi sebagai Film Coated pada Tbalet. *Jurnal Farmasainkes*, 3(1), 51–57.
- Arinola, S. O. 2019. Physicochemical properties of pregelatinized and microwave radiated white and red cocoyam *Colocasia esculenta* starches. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 11(2), 251–258. <https://doi.org/10.17508/cjfst.2019.11.2.15>
- Aultons and Taylor, 2022. *Aulton’s Pharmaceutics: The Design and Manufacture of Medicines* (6th ed).
- Azhary, D. P., Zisca, R., Mardhiani, Y. D., & Utami, D. D. 2019. Modifikasi Amilum Ganyong (*Canna indica L.*) dengan Metode Pregelatinasi Parsial untuk Eksipien Tablet Kempa Langsung. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 16(2), 256. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v16i2.5450>.
- Bakre, L., Osibajo, D., Koiki, G., & Bamiro, O. (2019). Material, compressional and tableting properties of ipomea batatas (Sweet potato) starch co-processed with silicon dioxide. *Acta Pharmaceutica Scientia*, 57(4), 21–37. <https://doi.org/10.23893/1307-2080.APS.05722>
- Bin, L. K., Gaurav, A., and Mandal, U. K., 2019, A Review on Co-Processed Excipients: Current and Future Trend of Excipient Technology, *Int J Pharm Pharm Sci.*, 11 (1); 1-9.

- Budiarto, S. 2017. Potensi nilai ekonomi Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch) berdasarkan kandungan gizinya. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 1(1), 1–12.
- Carlin B, Collins G, K. D. 2020. Composition Guide for pharmaceutical excipients. The International Pharmaceutical Excipients Council, 1–16.
- Dankar I, Haddarah A, Omar FEL, Pujolà M, Sepulcre F. Characterization of food additive-potato starch complexes by FTIR and X-ray diffraction. *Food Chem.* 2018 Sep 15;260:7-12. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.03.138. Epub 2018 Mar 30. PMID: 29699684.
- Deore, S. V, & Gambhire, M. S. 2024. " *Design And Development Of Co Process Excipients For Enhancement Of Physico- Chemical Properties* ". 11, 664–682.
- Devi, S., & Nur, H. 2024. Penggunaan Bahan Pengikat Pati Garut dan Pati Talas pada Sediaan Tablet Hisap Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Var . *Rubrum*) *The use of Binding Concentrations of Garut Starch and Taro of Red Ginger Extract Suction Tablets (Zingiber officinale* Var . *Rubrum*). 11(91), 65–71.
- Dewi, A. T. (2019). Preparasi Dan Evaluasi Ko-Process Pati Gembili (*Dioscorea esculenta* L) Pregelatinasi – HPMC Sebagai Eksipien Tablet Kempa Langsung. *Journal of Pharmacopolium*, 2(2), 94–103.
- Farahiyah, D., & Syaifullah Sulaiman, T. N. 2021. Pengaruh kombinasi Superdisintegrant Crospovidone dan Croscarmellose Sodium pada sifat fisik dan disolusi Fast Disintegrating Tablet Hidroklorotiazid. *Majalah Farmaseutik*, 17(1), 140. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v17i1.61756>
- Fauzia Ningrum Syaputri, Sarah Zulfa Saila, Titian Daru Asmara Tugon, Anis Puji R., Dwintha L. 2023. Formulasi dan Uji Karakteristik Fisik Sediaan Granul Effervescent Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* ruiz & pav.) Sebagai Antidiabetes. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, Vol 4 No 1.
- Gaidhani, K. A., Harwalkar, M., Bhambere, D., & Nirgude, P. S. 2021. *World Journal of Pharmaceutical research FORMULATION*. SJIF Journal, 2(5), 1685–1703. <https://doi.org/10.20959/wjpr202317-29690>
- Hartesi, B., Ikhwansyah, I., & Soyata, A. 2021. Modifikasi Pati Beras Ketan Putih (*Oryza Sativa* l. Var. *Glutinosa*) Secara Pregelatinasi dengan Perbandingan Pati dan Air (1:1,25). *Majalah Farmasetika*, 6(5), 409. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i5.36192>
- Husni, P., Fadhiilah, M. L., & Hasanah, U. 2020. Formulaso Dan Uji Stabilitas Fisik Granul Instan Serbuk Kering Tangkai (*Limnocharis flava* (L.) Buchenau.) Sebagai suplemen penambah serat. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 3(1), 1–8.

- Idrus, L. S., Malaka, M. H., Fristiohady, A., & Sahidin, I. 2023. Lansau : Jurnal Ilmu Kefarmasian. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(1), 14–21. <https://doi.org/10.33772/lansau.v3i1.39>
- If'all, I., Hasanuddin, A., Rahim, A., & Kadir, S. 2019. Modifikasi Pati Secara Asetilasi Terhadap Gugus Fungsi Asetil dan Kristanilitas Pati Ubi Banggai Asetat. *Rekayasa*, 12(2), 135–140. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v12i2.5857>
- IPEC. 2017. The International Pharmaceutical Council Co-processed Excipient Guide For Pharmaceutical Excipients. 5–15. . Diakses pada tanggal 18 oktober 2024.
- Ismanto, H. 2023. Uji Organoleptik Keripik Udang (*L. vannamei*) Hasil Penggorengan Vakum. *Jurnal AgroSainTa: Widyaiswara Mandiri Membangun Bangsa*, 6(2), 53–58. <https://doi.org/10.51589/ags.v6i2.3137>
- Kankate, D., Panpalia, S. G., Kumar, K. J., & Kennedy, J. F. 2020. Studies to predict the effect of pregelatinization on excipient property of maize and potato starch blends. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 1206–1214. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.170>
- Keerthi S, Rajeshpawan A., Hindustan A.A, Naveena C., Yuvasree S., Venkataramana V, Raghu. 2019. Valuing Best Poloxamer Carrier for Meloxicam Solid Dispersions by novel microwave fusion: Designing and Characterization. *Abasyn Journal of Life Science*, Volume 2, Issue 1: 1-15.
- Kristian, J., Zain, S., Nurjanah, S., Putri, S., & Widiasanti, A. 2016. Pengaruh Lama Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Bunga Melati Putih Menggunakan Metode Ekstraksi Pelarut Menguap (*Solvent Extraction*). *Jurnal Teknotan*, 10(2), 34–43. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.6>
- Mamatha, B., Srilatha, D., Sivanarayani, C. H., Prasanna K. D., and Rao, P. V., 2017, COProcessed Excipients: An Overview, *World J Pharm Res.*, 6 (15); 224-237
- Marinopoulou, A., Zoumaki, M., Sampanis, D., Karageorgiou, V., Raphaelides, S., & Goulas, A. 2025. A Comparative Study of the Structural, Morphological, and Functional Properties of Native Potato Starch and Spray-Dried Potato Starch. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/app15084566>
- Marwati AD, Yulianto AN, Setiyabudi L. Formulasi dan Evaluasi Sifat Fisik Tablet Hisap Kombinasi Ekstrak Daun Bakau Hitam (*Rhizophora mucronate*) dan Vitamin C Sebagai Antioksidan, *Jurnal Ilmiah Jophus : Journal of Pharmacy UMUS*, 2020, Volume 2, No. 1. P. 21-27.

- Mursal, I. L. P. 2018. Karakterisasi Xrd Dan Sem Pada Material Nanopartikel Serta Peran Material Nanopartikel Dalam Drug Delivery System. *Pharma Xplore : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(2), 214–221. <https://doi.org/10.36805/farmasi.v3i2.491>
- Patel, S., Patel, D., Patel, H., Dholakia, D. M., & Soni, D. T. 2024. *Development of Chitosan-Maize Starch based Co-processed excipient: As release retardant material*. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 8(October), 100580. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2024.100580>
- Pendidikan, P., Kompensasi, D. A. N., Kinerja, T., Agustin, P., & Permatasari, I. 2020. Pengaruh Pendidikan Dan Kompensasi Terhadap Kinerja Divisi New Product Development (NPD) Pada PT. Mayora Indah Tbk. *Jurnal Ilmiah M-Progress*, 10(2), 174–184. <https://doi.org/10.35968/m-pu.v10i2.442>
- Pepin, X. J. H., Parrott, N., Dressman, J., Delvadia, P., Mitra, A., Zhang, X., Babiskin, A., Kolhatkar, V., & Suarez-Sharp, S. 2021. Current State and Future Expectations of Translational Modeling Strategies to Support Drug Product Development, Manufacturing Changes and Controls: A Workshop Summary Report. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 110(2), 555–566. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2020.04.021>
- Pesek, S., & Silaghi-Dumitrescu, R. 2024. The Iodine/Iodide/Starch Supramolecular Complex. *Molecules*, 29(3). <https://doi.org/10.3390/molecules29030641>
- Pharma Tips, 2020, Introduction of Tablet Manufacturing Process, Error! Hyperlink reference not valid. -Process. aspx, diakses tanggal 19 Agustus 2020.
- Rahmadhani Chan, Wahyu Margi Sidoretno, & Rini Lestari. 2023. Penetapan Kadar Amilosa Pada Mi Sagu Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *JFARM - Jurnal Farmasi*, 1(1), 12–18. <https://doi.org/10.58794/jfarm.v1i1.490>
- Review, A. (2024). A Review : Potensi Pengembangan Pati Resisten Dengan Modifikasi Autoclaving-cooling Sebagai Pangan Fungsional.
- Rustiani, E., & Hidayat, N. 2023. Pengembangan Granul Instan Herbal Kombinasi Ekstrak Brokoli dan Herba Pegagan dengan Variasi Jenis Pemanis. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Terapan*, 1(November), 56–65.
- Saraswati, L. A. P., & Putra, I. G. N. A. D. 2022. Pengaruh Variasi Waktu Pengeringan Oven Terhadap Karakteristik Fisik Amilum Talas Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). *Journal Transformation of Mandalika.*, 3(4), 39–43.
- Serrano-Mora, L. E., Zambrano-Zaragoza, M. L., Mendoza-Muñoz, N., Leyva-Gómez, G., Urbán-Morlán, Z., & Quintanar-Guerrero, D. 2021. Preparation of co-processed excipients for controlled-release of drugs assembled with

- solid lipid nanoparticles and direct compression materials. *Molecules*, 26(7). <https://doi.org/10.3390/molecules26072093>
- Sivakumar, D., & Senthilkumar, S. R. 2024. *FTIR and SEM Analysis of Starch-Based Biopolymer Films*. In V. M. Sglavo et al. (Eds.), *Recent Advances in Bio-Based Materials: Processing, Characterization and Applications* (pp. 89–106). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-5390-5_6
- Solikhati, A., Rahmawati, R. P., & Kurnia, S. D. 2022. Analisis Mutu Fisik Granul Ekstrak Kulit Manggis Dengan Metode Granulasi Basah. *Indonesia Jurnal Farmasi*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.26751/ijf.v7i1.1421>
- Syofyan, Yelni, E. A., & Azhar, R. 2013. Penggunaan Kombinasi Pati Bengkuang-Avicel PH101 sebagai Bahan Pengisi Co-process Tablet Isoniazid Cetak Langsung. *Jurnal Farmasi Higea*, 5(1), 42–50.
- Tahir, M. M. 2019. Analisis Kandungan Glikogen Pada Hati, Otot, Dan Otak Hewan. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*.
- Trisopon K, Kittipongpatana N, Doungsaard P, Chomchoei N, Kittipongpatana OS. A novel directly compressible co-processed excipient, based-on rice starch for extended-release of tablets. *Eur J Pharm Biopharm*. 2025 Mar;208:114623. doi: 10.1016/j.ejpb.2024.114623. Epub 2025 Jan 27. PMID: 39864634.
- Wahjusaputri, S., Bunyamin, B., & Nastiti, T. I. (2018). Pengembangan Ekonomi Kreatif Melalui Pemanfaatan Talas Beneng Sebagai Komoditas Unggulan Kelompok Tani Kelurahan Juhut, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*, 2(2), 186–203. <https://doi.org/10.21009/jpmm.002.2.03>
- Wang, L., Zhao, Y., Zhang, W., Li, J., & Chen, S. (2024). Structural characterization and functional property evaluation of oxidized potato starch crosslinked with citric acid. *Carbohydrate Polymers*, 323, 121485. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.121485>
- Yusuf, Yusnidar. (2019). *Belajar Mudah Kimia Analisis*. Jakarta: EduCenter Indonesia.
- Zaman, N. N., & Sopyan, I. (2020). Tablet Manufacturing Process Method and Defect Of Tablets. *Majalah Farmasetika*, 5(2), 82–93. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v5i2.26260>

LAMPIRAN 2
SURAT DETERMINASI TALAS BENENG



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MULAWARMAN FAKULTAS KEHUTANAN
LABORATORIUM EKOLOGI DAN KONSERVASI BIODIVERSITAS HUTAN TROPIS
Alamat: kampus Unmul Gunung Kelua, Jl. Panajam Gd. B11 Lt.1 Samarinda 75123
Telp./Fax (0541) 7273726, Email: lab.ekobio@fahutan.unmul.ac.id

Samarinda, 17 Februari 2025

Nomor : 21/UN17.4.08/LL/2025
Lampiran : -
Perihal : Hasil Identifikasi/Determinasi Tumbuhan

Kepada Yth.
Bpk/Ibu/Sdr(i). Santa Eufrasia C.T (211148201153)

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda

di-
Tempat

Dengan Hormat,
Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi/determinasi tumbuhan yang saudara kirimkan ke "Herbarium Mulawarman", Laboratorium Ekologi dan Konservasi Biodiversitas Hutan Tropis Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda, adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Phylum : Streptophyta
Class : Equisetopsida
Order : Alismatales
Family : Araceae
Species : *Xanthosoma undipes* (K.Koch & C.D.Bouché) K.Koch
Synonyms : *Alocasia undipes* K.Koch & C.D.Bouché, *Xanthosoma jacquinii* Schott, *Xanthosoma sagittifolium* Liebm.
Common name : Talas

Demikian, semoga berguna bagi saudara.

Tembusan:
Arsip

Prof. Dr. Ir. Paulus Matius, M.Sc
NIP.195504111984031001

LAMPIRAN 3
SURAT PERMINTAAN PENGUJIAN *DIFFERENTIAL SCANNING*
***CALORIMETRY* (DSC)**



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA
Jl. Pasundan No.21 Telp (0541) 748335, Fax.(0541) 748335
E-mail: stikesdirgahayusamarinda@gmail.com Website: www.stikesdirgahayusamarinda.ac.id
SAMARINDA - 75122 - KALIMANTAN TIMUR

Prosedur pengujian *Diffrential Scanning Calorimetry* (DSC)

1. Sampel Pati Ubi Jalar Kuning murni (PUK)
2. Sampel *Croscarmellose Sodium* murni (CCS)
3. Sampel Pregelatinasi Ubi Jalar Kuning (PUK_g)
4. Sampel Pregelatinasi Pati Talas Beneng (PPT)
5. Sampel *co-process*:
 - a. Perbandingan CCS: PUK 1:1 (F1)
 - b. Perbandingan CCS: PUK 1:2 (F2)
 - c. Perbandingan CCS: PUK 1:3 (F3)
 - d. Perbandingan CCS: PTsC 1:1 (SD1)
 - e. Perbandingan CCS: PTsC 1:2 (SD2)
 - f. Perbandingan CCS: PTsC 1:3 (SD3)

Sebelum digunakan alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan indium, dan nampan kosong digunakan sebagai referensi (blanko). Sampel sebanyak 3 mg (db) diletakkan pada nampan aluminium lalu air sebanyak 6 mg ditambahkan. Nampan lalu dibungkus dan disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam sebelum analisis. Skala suhu scanning dan kecepatan pemanasan adalah 40°-120° C dan 10°C/menit. Suhu transisi yang dicatat adalah onset temperature (T_o), peak temperature (T_p), conclusion temperature (T_c) dan selisih suhu ($\Delta T = T_c - T_o$). Untuk melengkapi, perubahan entalpi selama proses gelatinisasi (H) diestimasi dengan cara mengintegrasikan area antara thermograms dengan garis bawah di bawah puncak, dan ditulis dengan satuan J/g pati kering (Colussi et al., 2015).



Prosedur pengujian Differential Scanning Calorimetry (DSC)

1. Sampel Pati Talas Beneng murni (PTs)
2. Sampel Sodium Starch Glycolate murni (SSG)
3. Sampel Pati Jagung Murni (PJ)
4. Sampel Pati Jagung Pregelatinasi (PJP)
5. Sampel *co-process*:
 - a. Perbandingan SSG:PJP 1:1 (F1)
 - b. Perbandingan SSG:PJP 1:2 (F2)
 - c. Perbandingan SSG:PJP 1:3 (F3)

Sebelum digunakan alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan indium, dan nampan kosong digunakan sebagai referensi (blanko). Sampel sebanyak 3 mg (db) diletakkan pada nampan aluminium lalu air sebanyak 6 mg ditambahkan. Nampan lalu dibungkus dan disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam sebelum analisis. Skala suhu scanning dan kecepatan pemanasan adalah 40°-120° C dan 10°C/menit. Suhu transisi yang dicatat adalah onset temperature (T_o), peak temperature (T_p), conclusion temperature (T_c) dan selisih suhu ($\Delta T = T_c - T_o$). Untuk melengkapi, perubahan entalpi selama proses gelatinisasi (H) diestimasi dengan cara mengintegrasikan area antara thermograms dengan garis bawah di bawah puncak, dan ditulis dengan satuan J/g pati kering (Colussi *et al.*, 2015).

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Maria Elvina Tresia Butar Butar M. Farm
NIDN: 1117049501

Peneliti

Andrian Fernandez
NIP: 198109262009121003

LAMPIRAN 4
SURAT PERMINTAAN PENGUJIAN *FOURIER TRANSFORM*
***INFRARED* (FTIR)**



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA
Jl. Prasadha No.21 Telp (0541) 748335, Fax.(0541) 748339
E-mail: stkesdirgahayusamarinda@gmail.com Website: www.stkesdirgahayusamarinda.ac.id
SAMARINDA - 75122 - KALIMANTAN TIMUR

Prosedur pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR)

1. Sampel Pati Ubi Jalar Kuning murni (PUK)
2. Sampel *Croscarmellose Sodium* murni (CCS)
3. Sampel Pregelatinasi Ubi Jalar Kuning (PUKg)
4. Sampel Pregelatinasi Pati Talas Beneng (PPT)
5. Sampel *co-process*:
 - a. Perbandingan CCS: PUK 1:1 (F1)
 - b. Perbandingan CCS: PUK 1:2 (F2)
 - c. Perbandingan CCS: PUK 1:3 (F3)
 - d. Perbandingan CCS: PTsC 1:1 (SD1)
 - e. Perbandingan CCS: PTsC 1:2 (SD2)
 - f. Perbandingan CCS: PTsC 1:3 (SD3)

Sampel (tanpa KBr) langsung ditempatkan pada sensor berlian dari instrumen. Tiga bacaan dikumpulkan pada sebuah resolusi dari 4 cm. Spektra FTIR yang dapat direkam adalah bilangan gelombang dari 400 cm⁻¹ – 4000 cm⁻¹. Adanya puncak pada bilangan gelombang menunjukkan adanya gugus tertentu. Semua spektrum tersebut dianalisis menggunakan analisis *omic thermo fisher* perangkat lunak dan Origin 2016 (Monroy *et al.*, 2018).

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Maria Elvina Tresia Butar Butar M. Farm
NIDN: 1117049501

Peneliti

Andrian Fernandez
NIP: 198109262009121003

Kapalab STKES Dirgahayu Samarinda

Yovita Erim S. M. Kes
NIDN: 4124117402

Mulusiawu

Selvina
NIM: 211148201168



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA

Jl. Pondsas No.21 Telp.(0541) 748335, Fax.(0541) 748335
E-mail: stikesdirgahayusamarinda@gmail.com Website: www.stikesdirgahayusamarinda.ac.id
SAMARINDA - 75122 - KALIMANTAN TIMUR

Prosedur pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR)

Spektrum FTIR Pati Talas Beneng alami, Pregelatinasi Pati Talas, Pati Talas *Co-Process* perbandingan (1:1), Pati Talas *Co-Process* perbandingan (1:2), Pati Talas *Co-Process* perbandingan (1:3), dan *Croscarmellose Sodium*. Sampel pati (tanpa KBr) langsung ditempatkan pada sensor berlian dari instrumen. Tiga bacaan dikumpulkan pada sebuah resolusi dari 4 cm. Spektra FTIR yang dapat direkam adalah bilangan gelombang dari 400 cm⁻¹ – 4000 cm⁻¹. Adanya puncak pada bilangan gelombang menunjukkan adanya gugus tertentu. Semua spektrum tersebut dianalisis menggunakan analisis omnic thermo fisher perangkat lunak dan Origin 2016 (Monroy *et al.*, 2018)..

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Maria Elvina Tresia Butar Butar M, Farm
NIDN: 1117049501

Peneliti

Andrian Fernandez
NIP: 198109262009121003

LAMPIRAN 5
SURAT PERMINTAAN PENGUJIAN X-RAY DIFFRACTOMETER
(XRD)



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA
Jl. Pasundan No.21 Telp. (0541) 748335, Fax. (0541) 748335
E-mail: stikesdirgahayusamarinda@gmail.com Website: www.stikesdirgahayusamarinda.ac.id
SAMARINDA - 75122 - KALIMANTAN TIMUR

Prosedur pengujian X-Ray Diffractometer (XRD)

1. Sampel Pati Ubi Jalar Kuning murni (PUK)
2. Sampel *Croscarmellose Sodium* murni (CCS)
3. Sampel Pregelstinasi Ubi Jalar Kuning (PUK_g)
4. Sampel Pregelstinasi Pati Talas Beneng (PPT)
5. Sampel *co-process*:
 - a. Perbandingan CCS: PUK 1:1 (F1)
 - b. Perbandingan CCS: PUK 1:2 (F2)
 - c. Perbandingan CCS: PUK 1:3 (F3)
 - d. Perbandingan CCS: PT3C 1:1 (SD1)
 - e. Perbandingan CCS: PT3C 1:2 (SD2)
 - f. Perbandingan CCS: PT3C 1:3 (SD3)

Sampel pati (0,5 g) ditempatkan dalam bukaan persegi panjang pada pelat aluminium (ukuran bukaan: 15-20 mm; ketebalan: 1,5 mm) dan ditekan. Analisis X-ray dilakukan dengan X-ray difraktor PRO Pert-X-ray yang beroperasi pada 40 kV dan 30 mA dengan Cu K α radiasi ($\lambda = 1,5406$). Sampel pati dikemas persegi (15x10 mm, ketebalan 0,15 cm) dan discan dengan kecepatan 2 θ /min pada sudut difraksi (2 θ) mulai 3 θ sampai 70 θ pada suhu kamar (If all dkk., 2019 ; Liu et al., 2016)

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Maria Elvina Tresia Butar Butar M, Farm
NIDN: 1117049501

Peneliti

Andrian Fernandes
NIP: 198109262009121003

Kaprodi STIKES Dirgahayu Samarinda

Yasya Erin S., M. Kes
NIDN: 4124117402

Mahasiswa

Selvia
NIM: 211148201168



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA

Jl. Pasundan No.21 Telp.(0541) 748335, Fax.(0541) 748335
E-mail: stikedirgahayusamarinda@gmail.com Website: www.stikedirgahayusamarinda.ac.id
SAMARINDA - 75122 - KALIMANTAN TIMUR

Prosedur pengujian X-Ray Diffractometer (XRD)

1. Sampel Pati Talas Beneng murni (PTs)
2. Sampel *Sodium Starch Glycolate* murni (SSG)
3. Sampel Pati Jagung Murni (PJ)
4. Sampel Pati Jagung Pregelatinasi (PJP)
5. Sampel *co-process*:
 - a. Perbandingan SSG:PJP 1:1 (F1)
 - b. Perbandingan SSG:PJP 1:2 (F2)
 - c. Perbandingan SSG:PJP 1:3 (F3)

Sampel pati (0,5 g) ditempatkan dalam bukaan persegi panjang pada pelat aluminium (ukuran bukaan: 15-20 mm; ketebalan: 1,5 mm) dan ditekan. Analisis X-ray dilakukan dengan X-ray difraktor PRO Pert-X-ray yang beroperasi pada 40 kV dan 30 mA dengan Cu K α radiasi ($\lambda = 1,5406$). Sampel pati dikemas persegi (15x10 mm, ketebalan 0,15 cm) dan discan dengan kecepatan 2 θ /min pada sudut difraksi (2 θ) mulai 3 θ sampai 70 θ pada suhu kamar (If' all dkk., 2019 ; Liu *et al.*, 2016)

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Maria Elyina Tressia Butar Butar M. Farm
NIDN: 1117049501

Peneliti

Andrian Fernando
NIP: 198109262009121003

LAMPIRAN 6

DATA HASIL PENGUJIAN EVALUASI SERBUK

1. Uji Kadar Air

Formula	Pengulangan	Bobot Awal (W1)	Bobot Setelah dikeringkan (W2)	Kadar air = $\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$
CCS	Replikasi 1	54,40	54,15	0,45 %
	Replikasi 2	59,58	59,34	0,40 %
	Replikasi 3	42,55	42,31	0,55 %
Rata Rata		52,17	51,93	0,46 %
PTs	Replikasi 1	55,52	55,03	0,88 %
	Replikasi 2	42,97	42,49	1,58 %
	Replikasi 3	55,50	54,84	1,18 %
Rata Rata		51,33	50,78	1,21 %
PPTs	Replikasi 1	55,80	55,41	0,69 %
	Replikasi 2	66,56	66,17	0,58 %
	Replikasi 3	42,56	42,07	1,15 %
Rata Rata		54,97	54,55	0,8 %
SD1	Replikasi 1	104,51	103,99	0,49 %
	Replikasi 2	93,83	93,32	0,54 %
	Replikasi 3	59,57	59,18	0,65 %
Rata Rata		85,97	85,49	0,56 %
SD2	Replikasi 1	86,66	86,19	0,54 %
	Replikasi 2	86,18	85,71	0,54 %
	Replikasi 3	66,55	65,89	0,99 %
Rata Rata		79,79	79,26	0,69 %
SD3	Replikasi 1	71,28	70,56	1,01 %
	Replikasi 2	84,34	83,64	0,82 %
	Replikasi 3	54,39	53,54	1,56 %
Rata Rata		70	69,24	0,13 %

2. Bobot Jenis

Formulasi	Bobot Jenis (g/ml)					
	CCS	PTs	PPTs	SD1	SD2	SD3
Pengulangan 1	0,51	0,44	0,53	0,53	0,53	0,42
Pengulangan 2	0,52	0,46	0,53	0,53	0,53	0,41
Pengulangan 3	0,52	0,45	0,54	0,55	0,54	0,40
Rata-Rata	0,51	0,45	0,53	0,53	0,53	0,41

3. Uji Laju Alir

Formulasi	Laju Alir (g/s)					
	CCS	PTs	PPTs	SD1	SD2	SD3
Pengulangan 1	1,185	0,718	0,359	0,571	1,217	0,581
Pengulangan 2	1,092	0,674	0,361	0,936	1,229	0,613
Pengulangan 3	1,160	0,658	0,379	0,753	1,214	0,588
Rata-Rata	1,145	0,683	0,366	0,753	1,22	0,593

4. Sudut Diam

Formulasi	Sudut Diam (°)					
	CCS	PTs	PPTs	SD1	SD2	SD3
Pengulangan 1	22,44°	34,56°	27,11°	26,56°	28,67°	25,12°
Pengulangan 2	23°	21,19°	28,14°	26,05°	25,64°	31,42°
Pengulangan 3	26,56°	23,60°	26,01°	27,47°	23,21°	28,28°
Rata-Rata	24°	25,45°	27,08°	26,69°	25,84°	28,27°

LAMPIRAN 7

LAMPIRAN TESTS OF NORMALITY

A. Kadar air

Tests of Normality

	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	CCS	0,253	3	.	0,964	3	0,637
	PTs	0,204	3	.	0,993	3	0,843
	PPTs	0,317	3	.	0,888	3	0,349
	SD1	0,263	3	.	0,955	3	0,593
	SD2	0,385	3	.	0,750	3	0,000
	SD3	0,289	3	.	0,927	3	0,477

a. Lilliefors Significance Correction

B. Bobot Jenis

Tests of Normality

	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	CCS	0,385	3	.	0,750	3	0,000
	PTs	0,175	3	.	1,000	3	1,000
	PPTs	0,385	3	.	0,750	3	0,000
	SD1	0,385	3	.	0,750	3	0,000
	SD2	0,385	3	.	0,750	3	0,000
	SD3	0,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Lilliefors Significance Correction

C. Laju alir

Tests of Normality

	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	CCS	0,284	3	.	0,933	3	0,502
	PTs	0,285	3	.	0,932	3	0,497
	PPTs	0,353	3	.	0,824	3	0,174
	SD1	0,175	3	.	1,000	3	0,997
	SD2	0,314	3	.	0,893	3	0,363
	SD3	0,306	3	.	0,905	3	0,400

a. Lilliefors Significance Correction

D. Sudut diam

Tests of Normality

	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	CCS	0,339	3	.	0,850	3	0,240
	PTs	0,322	3	.	0,880	3	0,325
	PPTs	0,177	3	.	1,000	3	0,964
	SD1	0,240	3	.	0,974	3	0,692
	SD2	0,196	3	.	0,996	3	0,879
	SD3	0,175	3	.	1,000	3	0,996

a. Lilliefors Significance Correction

LAMPIRAN 7

LAMPIRAN TEST OF HOMOGENEITY OF VARIANCES

A. Kadar Air

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	2,143	5	12	0,130
	Based on Median	0,530	5	12	0,750
	Based on Median and with adjusted df	0,530	5	8,010	0,749
	Based on trimmed mean	1,969	5	12	0,156

B. Bobot Jenis

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Formula	Based on Mean	2,800	2	7	0,128
	Based on Median	2,800	2	7	0,128
	Based on Median and with adjusted df	2,800	2	5,000	0,153
	Based on trimmed mean	2,800	2	7	0,128

C. Laju Alir

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	2,993	5	12	0,056
	Based on Median	2,754	5	12	0,070
	Based on Median and with adjusted df	2,754	5	2,740	0,232
	Based on trimmed mean	2,984	5	12	0,056

D. Sudut diam

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	4,152	5	12	0,020
	Based on Median	0,854	5	12	0,538
	Based on Median and with adjusted df	0,854	5	3,315	0,586
	Based on trimmed mean	3,779	5	12	0,027

LAMPIRAN 8

LAMPIRAN ONE-WAY ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kadar Air	Between Groups	0,535	2	0,268	3,619	0,093
	Within Groups	0,444	6	0,074		
	Total	0,979	8			
Bobot Jenis	Between Groups	0,000	2	0,000	0,006	0,994
	Within Groups	0,032	6	0,005		
	Total	0,032	8			
Laju Alir	Between Groups	0,028	2	0,014	0,124	0,885
	Within Groups	0,674	6	0,112		
	Total	0,702	8			
Sudut Diam	Between Groups	2,975	2	1,487	0,212	0,814
	Within Groups	42,017	6	7,003		
	Total	44,991	8			