

**KARAKTERISASI MASSA CETAK DAN TABLET VITAMIN C DENGAN
KOMBINASI PATI PREGELATINASI UMBI TALAS PRATAMA DAN
AVICEL PH 102 SEBAGAI *FILLER-BINDER***

***CHARACTERIZATION OF MASS AND VITAMIN C TABLETS WITH A
COMBINATION OF PREGELATINIZED TALAS PRATAMA STARCH AND
AVICEL PH 102 AS FILLER-BINDER***

Gita Fitriyani¹, Desy Nawangsari^{1*}, Fauziah¹

¹Program Studi Farmasi Program Sarjana, Fakultas Kesehatan, Universitas Harapan Bangsa,
Purwokerto, Indonesia

*Corresponding author email: desynawangsari@uhb.ac.id

Abstrak

Tablet vitamin C dibuat secara kempa langsung karena sensitif terhadap panas, tetapi sulit dilakukan karena sifat alir yang kurang baik, sehingga perlu penambahan eksipien untuk meningkatkan sifat alirnya seperti pati dan Avicel PH 102. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik massa cetak dan tablet vitamin C yang diformulasikan dengan kombinasi pati pregelatinisasi umbi talas pratama dan Avicel PH 102 sebagai *filler-binder*. Penelitian dilakukan secara eksperimental laboratorium menggunakan lima formula berbeda dengan perbandingan pati pregelatinasi dan Avicel PH 102 berturut-turut: F1 (1:0), F2 (0:1), F3 (1:1), F4 (1:3), dan F5 (3:1). Hasil laju alir F2, F3, F4, dan F5 memenuhi syarat, sedangkan F1 tidak. Semua formula memenuhi syarat sudut istirahat, keseragaman bobot, ukuran, dan waktu hancur. F2 memenuhi syarat kompresibilitas dan hausner ratio, serta kekerasan dan kerapuhan. Hasil disolusi F1, F2, F4, dan F5 memenuhi syarat, sementara F3 tidak. Kesimpulan penelitian ini adalah Avicel PH 102 lebih baik dalam meningkatkan laju alir, kompresibilitas, dan hausner ratio dibandingkan pati pregelatinasi. Semua formula memenuhi keseragaman bobot, ukuran, dan waktu hancur. Avicel PH 102 menghasilkan tablet lebih keras, sedangkan pati pregelatinasi menghasilkan tablet lebih rapuh. Disolusi F1, F2, F4, dan F5 memenuhi syarat, sementara F3 tidak.

Kata kunci: Avicel PH 102, pregelatinasi, umbi talas pratama, vitamin C.

Abstract

Vitamin C tablets are produced by direct felting due to their sensitivity to heat, but this is difficult to do due to poor flow properties, so it is necessary to add excipients to improve their flow properties such as starch and Avicel PH 102. The objective of this study was to evaluate the characteristics of printed mass and vitamin C tablets formulated with a combination of pregelatinized taro tuber starch and Avicel PH 102. The research was conducted in the laboratory using five different formulations with sequential ratios of pregelatinized starch and Avicel PH 102: F1 (1:0), F2 (0:1), F3 (1:1), F4 (1:3) and F5 (3:1). The flow rate results of F2, F3, F4, and F5 were qualified, while F1 was not. All formulas met the requirements for angle of repose, uniformity of weight, size, and disintegration time. F2 met the requirements for compressibility and hausner ratio, as

well as hardness and friability. The disintegration results of F1, F2, F4 and F5 met the requirements, while F3 did not. The conclusion of this study is that Avicel PH 102 is better than pregelatinized starch in improving flow rate, compressibility and Hausner ratio. All formulations were consistent in weight, size and disintegration time. Avicel PH 102 produced harder tablets, whereas pregelatinized starch produced more brittle tablets. The disintegration of F1, F2, F4 and F5 met the requirements, while F3 did not.

Keywords: *Avicel PH 102, pregelatinized, pratama taro tuber, vitamin C.*

PENDAHULUAN

Pembuatan tablet vitamin C secara kempa langsung karena tidak tahan panas (Departemen Kesehatan RI 2014). Namun, kempa langsung sulit dilakukan karena sifat alir yang buruk, sehingga diperlukan eksipien dengan sifat alir yang baik (Jagtap *et al.* 2012). Eksipien yang umum dipakai yaitu amilum atau pati, yang berperan sebagai *filler-binder* (Lawal *et al.*, 2015).

Pati alami terbatas dalam industri farmasi karena sifatnya kurang optimal. Pregelatinasi dapat meningkatkan sifat alir dan kompresibilitas pati (Hartesi *et al.* 2020). Pati pisang talas pregelatinasi memiliki partikel lebih besar (29 μm) dari pati alami (26 μm) dengan laju alir rerata 9,7 g/s. Partikel granul yang lebih besar meningkatkan sifat alir (Hartini *et al.*, 2015).

Talas varietas Pratama (*Colocasia esculenta* (L). *Schott var. Pratama*) merupakan ragam umbi-umbian baru dan dibudidayakan pertengahan tahun 2016 (Nurliani *et al.*, 2019). Penelitian pada tablet lepas lambat kalium diklofenak dengan pati pregelatinasi talas pratama memenuhi kriteria uji dengan bobot $209 \pm 3,40$ mg, diameter $7,69 \pm 0,02$ mm, ketebalan $2,82 \pm 0,01$ mm, kekerasan $7,00 \pm 0,35$ kg, kerapuhan $0,73 \pm 0,27\%$, dan waktu hancur $65,33 \pm 2,52$ menit, serta disolusi

tablet mencapai 60,2% dalam 8 jam (Nawangsari *et al.*, 2024).

Avicel PH 102 juga digunakan sebagai *filler-binder* karena memiliki kekerasan yang relatif baik dan variasi berat tablet yang rendah (Lahdenpää *et al.*, 1997). Penelitian pada tablet kaptopril dengan amilum pregelatinasi umbi talas dan MCC PH 102 perbandingan (50:50) menunjukkan sifat fisik tablet yang paling optimal (Kelana *et al.*, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian karakterisasi massa cetak dan tablet vitamin C dengan pati pregelatinasi umbi talas pratama (*Colocasia esculenta* (L). *Schott var. Pratama*) yang dikombinasikan dengan Avicel PH 102 sebagai *filler-binder*.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

a. Alat

Alat yang digunakan meliputi: pisau, talenan, baskom, blender (*Philips*), *stopwatch*, oven (*Memmert*), timbangan digital (*Kenko*), alat-alat gelas (*Pyrex*), ayakan mesh no. 12, 40, 60, dan 80, mesin cetak *single punch*, termometer (*Celsius*), cawan porselen, batang pengaduk, pipet tetes, kain saring, *homogenizer*, jangka sorong (*Tricue*), *hardness tester*, *friability tester*

(Bonnin), *disintegration tester* (Biosbase), *tap density tester* (TDT-2-H), *dissolution tester* dan *granule flow tester*.

b. Bahan

Bahan yang digunakan meliputi: umbi talas pratama (*Colocasia esculenta* (L.) *Schott var. Pratama*) dari Somagede, Banyumas, Jawa Tengah, akuades (*aqua dm*), vitamin C (Starlab), Avicel PH 102 (*pharma grade*), amprotab (*pharma grade*), talk (*pharma grade*), dan magnesium stearat (*pharma grade*).

Tahapan Penelitian

a. Isolasi Pati dari Umbi Talas Pratama

Umbi dibersihkan dengan air, dikupas dengan pisau dan dicuci kembali, dan ditimbang 3 kg. Setelah itu, umbi direndam 1 jam, kemudian dihaluskan hingga menjadi bubur umbi,

diekstraksi dengan air menggunakan rasio 1:2 dilanjutkan pengadukan, setelah itu disaring dengan kain saring didapat suspensi pati. Suspensi didiamkan 8 jam, lalu pisahkan endapan dari cairan dengan cara ditiriskan. Endapan dikeringkan dalam lemari pengering selama 2 hari. Berikutnya dilakukan penghalusan dan pengayakan dengan 80 mesh dan diperoleh pati alami umbi talas pratama (Anwar *et al.*, 2019).

b. Modifikasi Pati Umbi Talas Pratama Secara Pregelatinasi

Panaskan akuades bersuhu 45°C menggunakan *hotplate*, campurkan dengan pati alami umbi talas pratama (perbandingan 1:1) aduk 10 menit dalam 300 rpm dengan *homogenizer* hingga kental, lalu keringkan pada suhu 60°C selama 2 hari. Haluskan lau diayak dengan mesh 60 sehingga didapat pati pregelatinasi umbi talas pratama (Hartesi *et al.* 2020).

Tabel 1. Formula tablet vitamin C

Nama Bahan	Fungsi Bahan	Formula (%b/b)				
		F1 (1:0)	F2 (0:1)	F3 (1:1)	F4 (1:3)	F5 (3:1)
Vitamin C	Zat aktif	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
Pati pregelatinasi	Filler-binder	50,5	-	25,25	12,63	37,87
Avicel PH 102	Filler-binder	-	50,5	25,25	37,87	12,63
Amprotab	Disintegrant	5	5	5	5	5
Mg. Stearat	Lubricant	2	2	2	2	2
Talk	Glidant	5	5	5	5	5

Keterangan:
F1: Pati Pregelatinasi tunggal
F2: Avicel PH 102 tunggal
F3: Kombinasi Pati Pregelatinasi dan Avicel PH 102 dengan perbandingan 1:1
F4: Kombinasi Pati Pregelatinasi dan Avicel PH 102 dengan perbandingan 1:3
F5: Kombinasi Pati Pregelatinasi dan Avicel PH 102 dengan perbandingan 3:1
Dikutip dari: (Nawang Sari 2019) dengan modifikasi.

c. Pembuatan Tablet Vitamin C

Massa cetak dibuat dalam 5 formula berbeda menggunakan

perbandingan pati pregelatinasi:Avicel PH 102 yaitu F1 (1:0), F2 (0:1), F3 (1:1), F4 (1:3), dan F5 (3:1), formula tablet

vitamin C disajikan pada **Tabel 1**. Untuk pembuatan massa cetak, bahan aktif vitamin C, pati pregelatinisasi umbi talas pratama juga Avicel PH 102 dicampur selama ± 15 menit. Sebelum dicampur, bahan disaring dengan mesh 12. Selanjutnya, dimasukkan magnesium stearat dan diayak melalui mesh 40 selama 2 menit. Lalu, talk dan amprotab dimasukkan. Massa cetak dievaluasi terlebih dahulu, selanjutnya tablet vitamin C dicetak secara kempa langsung dengan alat cetak tablet *punch* 8 mm. Setiap formula diproduksi sejumlah 300 tablet dengan bobot per tablet 200 mg.

d. Evaluasi Massa Cetak

Laju Alir

Sebanyak 25 g massa cetak dimasukkan ke *granul flow tester*. *Stopwatch* disiapkan untuk pencatatan waktu proses dari pembukan tutup corong hingga massa dapat mengalir dari bukaan corong. Replikasi tiga kali, dan laju alir dihitung. Laju alir yang baik yaitu 4-10 g/s (Khairunnisa *et al.* 2016).

Sudut Istirahat

Evaluasi mengukur jari-jari dan ketinggian massa cetak. Sudut $>30^\circ$ menunjukkan aliran buruk, sedangkan $<30^\circ$ menunjukkan aliran baik (Halim *et al.*, 2017).

Kompresibilitas

Evaluasi kompresibilitas menilai kemampuan massa tablet untuk memadatkan di bawah tekanan tertentu. Nilai kompresibilitas yang baik 11-16% (Murtini dan Elisa, 2018).

Hausner Ratio

Pengujian ini melibatkan perbandingan *tapped density* (ρ_{tapped})

dengan *bulk density* (ρ_{bulk}) (Nawang Sari 2019). Nilai *hausner ratio* yang baik adalah 1-1,25 (Khairunnisa *et al.* 2016).

e. Evaluasi Tablet

Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan diamati penampilan umum dari tablet mencakup bentuk, warna, maupun bau (Puspita *et al.*, 2022).

Keseragaman bobot

Tablet berjumlah 20 ditimbang secara berturut-turut dan hitung berat rata-rata. Kolom A memperbolehkan penyimpangan maksimal 2 tablet dari berat rata-rata, sementara kolom B tidak memperbolehkan tablet menyimpang dari berat rata-rata (Departemen Kesehatan RI 2014).

Keseragaman ukuran

Diameter dan ketebalan dari setiap tablet diukur per satuan nya. Pengukuran ini menggunakan jangka sorong. Ada total sepuluh tablet untuk diukur. Tablet dapat dianggap memenuhi standar jika ukuran diameter tidak lebih dari tiga kali lipat, juga ketebalannya tidak kurang sepertiga diameternya (Departemen Kesehatan RI 2014).

Kekerasan

Satu per satu tablet dengan total berjumlah 10 diambil untuk diposisikan secara tegak di atas alat penguji kekerasan. Atur jarak antara landasan dan baut pegas agar tablet hancur, kemudian putar tuas hingga tablet patah/hancur. Tablet dianggap baik jika memiliki kekerasan dalam kisaran 4-8 kg (Departemen Kesehatan RI 2014).

Kerapuhan

Sebanyak 20 tablet diambil dan debu dibersihkan menggunakan sikat kecil. Setelah bersih dari debu, tablet ditimbang dan dipindahkan ke pengujian kerapuhan, di mana tablet diputar dengan kecepatan 25 putaran per menit dengan total seratus putaran. Kemudian, pembersihan tablet dilakukan kembali untuk menghilangkan debu juga penimbangan. Tablet dianggap memenuhi persyaratan bila nilai kerapuhannya tidak lebih dari 1% (Allen dan Ansel, 2015).

Waktu Hancur

Sebanyak 6 tablet dikeluarkan dan ditempatkan di keranjang alat disintegrator tester. Tabung secara teratur dinaik-turunkan dengan akuades pada suhu $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, dan waktu hancur tablet dicatat (Departemen Kesehatan RI 2020). Waktu hancur tablet tidak bersalut enteri tidak lebih dari 15 menit (Departemen Kesehatan RI 1979).

Uji Disolusi

1) Pembuatan Larutan Induk

Sebanyak 0,01 g vitamin C yang ditimbang dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dilarutkan dengan akuades sampai tanda batas dan dihomogenisasi sehingga tercapai konsentrasi 100 ppm.

2) Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Pengukuran larutan konsentrasi 5 ppm dilakukan memanfaatkan gelombang sepanjang 200 – 400 nm menggunakan akuades sebagai blanko.

3) Pengukuran Larutan Kurva Kalibrasi

Larutan Vitamin C 100 ppm dipipet ke labu takar 10 mL dengan volume 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7 mL. Tambahkan akuades hingga tanda batas

dan homogenkan hingga menghasilkan konsentrasi 3, 4, 5, 6, dan 7 ppm. Ukur serapan pada panjang gelombang terbesar, lalu buat kurva kalibrasi dan persamaan regresi linier dihitung.

4) Disolusi

Sebanyak 3 tablet vitamin C diuji dengan alat disolusi tipe 2 (dayung) pada kecepatan 50 rpm dan suhu 37°C selama 45 menit dengan medium 900 mL akuades. Larutan diambil sebanyak 5 mL pada menit ke-0, 5, 10, 15, 20, 30, dan 45 menit. Absorbansi setiap sampel diukur segera dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum, dan kandungan vitamin C ditentukan. Setidaknya 75% dari vitamin C tercantum di label harus terlarut dalam sekitar 45 menit (Departemen Kesehatan RI 2020).

f. Analisis Data

Uji normalitas dan homogenitas dilakukan sebelum analisis *ANOVA* satu arah (*One-way Analysis of Variance*) untuk mengetahui perbedaan bermakna antar formula. Jika data tidak terdistribusi normal, analisis *Kruskal-Wallis* digunakan (Sayuti 2015). Jika terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan, uji *Post Hoc Tukey* dilakukan (Kaltari *et al.*, 2016). Untuk uji non-parametrik *Kruskal-Wallis*, tes *Post Hoc* yang digunakan adalah uji *Mann-Whitney* (Amitarwati 2021). Pengujian dianggap signifikan jika *p-value* $< 0,05$ (Kim *et al.* 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Isolasi Pati dari Umbi Talas Pratama

Isolasi pati dari 3 kg umbi talas pratama diperoleh 672 gram pati alami

umbi talas pratama dan rendemen 22,4%, hasil ini lebih tinggi dari penelitian sebelumnya dengan rendemen rerata 13,88% (Nawang Sari *et al.*, 2024). Namun, nilai ini masih sesuai dengan literatur bahwa kadar pati dalam umbi talas berkisar 13-29% (Karmakar *et al.*, 2014).

b. Modifikasi Pati dari Umbi Talas Pratama Secara Pregelatinasi

Proses pregelatinasi melibatkan pencampuran 600 gram pati alami umbi talas pratama dengan 600 mL akuades (perbandingan 1:1). Hasil penelitian ini diperoleh pati pregelatinasi umbi talas pratama berwarna putih kecoklatan sebanyak 553 gram dan rendemen sebesar 92,17%. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian terhadap pati pregelatinasi dari umbi talas yang menghasilkan pati berwarna kecoklatan akibat reaksi pencoklatan (Nawang Sari *et al.*, 2024). Reaksi pencoklatan (*browning*) disebabkan oleh oksidasi yang dikatalisis oleh enzim fenol oksidase (Purwanto dan Effendi, 2016).

c. Hasil Evaluasi Massa Cetak

Laju Alir

Uji ini bertujuan untuk menilai kemampuan massa cetak dalam mengalir dengan baik, memastikan kelancaran aliran ke dalam cetakan, serta menjaga keseragaman berat (Devi *et al.* 2018). Proses pengaliran dibantu dengan perlakuan dorongan sendok tanduk.

Laju alir yang baik yaitu 4-10 g/s (Khairunnisa *et al.* 2016). Berdasarkan **Tabel 2**, hanya F1 yang tidak memenuhi persyaratan dengan laju alir $3,96 \pm 0,42$ g/s. Formula yang memenuhi syarat termasuk F2 dengan laju aliran terbaik $6,33 \pm 0,12$ g/s, F4 dengan $5,84 \pm 0,94$ g/s, F3 dengan $5,78 \pm 0,85$ g/s, dan F5 dengan $4,70 \pm 0,41$ g/s. Avicel PH 102 meningkatkan laju alir lebih baik daripada pati pregelatinasi, sesuai dengan penelitian massa cetak tablet kaptopril yang ditambahkan MCC PH 102 lebih efektif dalam meningkatkan laju alir dibandingkan dengan pati talas yang dimodifikasi (Kelana *et al.*, 2018).

Tabel 2. Hasil evaluasi massa cetak.

Formula	F1 (1:0)	F2 (0:1)	F3 (1:1)	F4 (1:3)	F5 (3:1)	P-value
Laju alir (g/s)	$3,96 \pm 0,42$	$6,33 \pm 0,12$	$5,78 \pm 0,85$	$5,84 \pm 0,94$	$4,70 \pm 0,41$	0,001
Sudut istirahat (°)	$12,39 \pm 2,37$	$12,06 \pm 1,76$	$10,76 \pm 1,65$	$9,98 \pm 4,17$	$23,04 \pm 3,45$	0,001
Kompresibilitas (%)	$25,97 \pm 1,78$	$14,76 \pm 1,95$	$22,56 \pm 2,29$	$16,75 \pm 5,32$	$25,38 \pm 4,09$	0,052
Hausner ratio	$1,35 \pm 0,03$	$1,17 \pm 0,03$	$1,29 \pm 0,04$	$1,20 \pm 0,08$	$1,34 \pm 0,07$	0,040

Hal ini dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel Avicel PH 102 yang lebih besar (74-250 μ m) dibandingkan pati pregelatinasi umbi talas pratama (30-150 μ m). Menurut Sheskey *et al.* (2017) partikel berukuran lebih besar

meningkatkan laju alir. Selain itu, pati pregelatinasi cenderung menyerap kelembaban udara lebih banyak, yang dapat meningkatkan kohesivitas sehingga dapat membuat massa cetak sulit mengalir (Kelana *et al.*, 2018).

Analisis statistik *one-way ANOVA* menunjukkan signifikansi yang berbeda dengan *p-value* 0,001 ($<0,05$). Tes *Post Hoc Tukey* menunjukkan bahwa F2 berbeda signifikan dengan F1, F3, F4, dan F5, sementara F3 tidak berbeda signifikan dengan F1, F4, dan F5. F2 dengan laju alir terbaik, berbeda signifikan dari semua formula kecuali F3. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan Avicel PH 102 meningkatkan sifat alir daripada pati pregelatinasi.

Sudut Istirahat

Sudut $<30^\circ$ menandakan sifat alir baik (Octavia *et al.*, 2017). Pada **Tabel 2** menunjukkan seluruh formula memenuhi syarat dengan sudut $<30^\circ$. F4 memiliki sudut istirahat terkecil pada $9,98 \pm 4,17^\circ$, menunjukkan sifat aliran terbaik, diikuti F3 dengan $10,76 \pm 1,65^\circ$, F2 dengan $12,06 \pm 1,76^\circ$, F1 dengan $12,39 \pm 2,37^\circ$, serta F5 (3:1) memiliki sudut istirahat terbesar pada $23,04 \pm 3,45^\circ$.

Sudut istirahat tidak selalu berkorelasi dengan laju alir. F1 memenuhi syarat sudut istirahat tetapi tidak memenuhi laju alir, sesuai dengan temuan Kelana *et al.* (2018) pada massa cetak tablet kaptopril penambahan amilum pregelatinasi umbi talas dan MCC PH 102, di mana formula dengan sudut istirahat terbaik justru tidak memenuhi syarat laju alir. Sebaliknya, serbuk dengan laju alir tercepat memiliki sudut istirahat yang lebih besar. Namun, laju alir lebih akurat mencerminkan sifat alir bahan dibandingkan sudut istirahat.

Analisis *one-way ANOVA* menyatakan berbeda signifikan dengan *p-value* 0,001 ($<0,05$). Pengujian *Post*

Hoc Tukey menunjukkan perbedaan signifikan antara F5 dengan semua formula lainnya (F1, F2, F3, dan F4). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pati pregelatinasi yang lebih banyak daripada Avicel PH 102 justru meningkatkan sudut istirahat, yang mengindikasikan sifat alir yang kurang baik. Sebaliknya, formula dengan proporsi Avicel PH 102 yang lebih tinggi atau seimbang (F2, F3, dan F4) menunjukkan sudut istirahat yang lebih kecil, menunjukkan sifat alir lebih baik.

Kompresibilitas

Nilai kompresibilitas yang baik yaitu 11-16% (Murtini dan Elisa, 2018). Berdasarkan **Tabel 2**, hanya F2 ($14,76 \pm 1,95\%$) yang memenuhi syarat. Temuan ini sejalan dengan Budaya dan Hazael (2018), pada massa cetak tablet dengan penambahan Avicel PH 102 memenuhi syarat kompresibilitas. Sementara formula lainnya tidak memenuhi syarat F1 ($25,97 \pm 1,78\%$), F3 ($22,56 \pm 2,29\%$), F4 ($16,75 \pm 5,32\%$), dan F5 ($25,38 \pm 4,09\%$), sejalan dengan temuan Ikhsan (2017) pada massa cetak tablet vitamin C yang ditambahkan kombinasi amilum umbi talas yang dimodifikasi oleh HPMC dan Avicel PH 102 tidak memenuhi syarat kompresibilitas.

Kompresibilitas dipengaruhi oleh ukuran dan distribusi partikel, yang mana partikel lebih kecil meningkatkan kompresibilitas (U.S Pharmacopeia, 2018). Pati pregelatinasi umbi talas pratama memiliki kompresibilitas lebih tinggi dapat dikarenakan ukurannya yang lebih kecil ($30-150 \mu\text{m}$) dibandingkan dengan Avicel PH 102 ($74-250 \mu\text{m}$) (Sheskey *et al.*, 2017).

Uji *Kruskal-Wallis* dengan *p-value* 0,052 ($>0,05$) menunjukkan perbedaan tidak signifikan antar formula, sehingga kompresibilitas kelima formula relatif serupa. Namun, hanya F2 yang memenuhi syarat, menunjukkan bahwa penambahan Avicel PH 102 lebih efektif meningkatkan kompresibilitas dibandingkan pati pregelatinasi.

Hausner Ratio

Nilai *hausner ratio* yang baik adalah 1-1,25 (Khairunnisa *et al.* 2016). Berdasarkan **Tabel 2**, F2 dan F4 yang memenuhi syarat dengan nilai masing-masing $1,17 \pm 0,03$ dan $1,20 \pm 0,08$; sejalan dengan penelitian Nawangsari (2019) yang menunjukkan penambahan Avicel PH 102 memenuhi syarat *hausner ratio*.

Sementara itu, formula lain tidak memenuhi persyaratan. F3 dengan $1,29 \pm 0,04$, F1 dengan $1,35 \pm 0,03$, serta F5 dengan $1,34 \pm 0,07$. Hal ini berbeda dengan penelitian Hartesi *et al.* (2022) di mana nilai rerata *hausner ratio* pati pregelatinasi beras ketan putih memenuhi persyaratan.

Hausner ratio yang tinggi disebabkan oleh tingginya jumlah partikel fines dalam massa cetak (Aulton dan Taylor, 2018). Formula dengan *filler-binder* pati pregelatinasi umbi talas pratama memiliki *hausner ratio* lebih tinggi, dapat dikarenakan ukuran partikel yang lebih kecil ($30-150 \mu\text{m}$) dibandingkan dengan Avicel PH 102 ($74-250 \mu\text{m}$) (Sheskey *et al.*, 2017). Penelitian Hartesi *et al.* (2022) juga menunjukkan bahwa partikel pati pregelatinasi beras ketan putih memiliki ukuran $462,5 \mu\text{m}$.

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan *p-value* 0,040 ($<0,05$), menandakan perbedaan signifikan. Uji *Mann-Whitney* mengungkapkan perbedaan signifikan antara F1 dengan F2 dan F4, serta antara F2 dengan F3 dan F5. Perbedaan signifikan antara F1 dengan F2 dan F4 mengindikasikan bahwa Avicel PH 102 mengurangi interaksi antarpartikel. Sementara itu, F3 dan F5 memiliki nilai *hausner ratio* lebih tinggi daripada F2, menunjukkan bahwa proporsi pati pregelatinasi yang tinggi dapat menurunkan sifat alir.

d. Hasil Evaluasi Tablet

Organoleptik

Organoleptik pada tablet menunjukkan bahwa semua tablet memiliki bentuk bulat pipih namun tidak bau. Berdasarkan urutan intensitas warna coklat dari paling pekat hingga yang paling sedikit: Tablet F1 berwarna putih kecoklatan pekat (+++), Tablet F5 berwarna putih kecoklatan cukup pekat (++), Tablet F3 (1:1) berwarna putih kecoklatan sedikit pekat (+), Tablet F4 berwarna putih agak kecoklatan, dan Tablet F2 berwarna putih. Warna coklat tersebut dipengaruhi oleh penggunaan pati pregelatinasi umbi talas pratama.

Keseragaman Bobot

Pengujian ini bertujuan untuk menilai keseragaman sediaan serta memastikan bahwa bahan aktif atau obat dimasukkan secara merata ke dalam setiap tablet (Syamsia *et al.*, 2017). Hasil uji menunjukkan semua tablet memenuhi batas penyimpangan berat rata-rata pada kolom B (15%) dan kolom A (7,5%), berdasarkan hasil perhitungan keseragaman bobot untuk seluruh

formula (Departemen Kesehatan RI 2014). Sejalan dengan penelitian Winandy (2016) pada tablet CTM dengan amilum talas pregelatinasi dan Avicel PH 102 memenuhi kriteria keseragaman bobot.

Keseragaman bobot dapat dipengaruhi karakteristik alir serbuk (Nofriyaldi *et al.*, 2020). Tekanan kompresi juga memengaruhi bagaimana serbuk mengisi ruang kompresi melalui corong (Ningsi *et al.* 2017).

Hasil Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan *p-value* 0,000 (<0,05),

menandakan perbedaan signifikan antar formula. Uji *Mann-Whitney* mengungkapkan bahwa kelima formula berbeda signifikan, kecuali F1 dengan F3 yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Hal ini menandakan bahwa F1 dan F3 memiliki keseragaman bobot yang serupa. Selain itu, F3 memiliki standar deviasi terkecil, yang mengindikasikan penambahan pati pregelatinasi dan Avicel dalam rasio yang sama memiliki keseragaman bobot yang lebih baik dibandingkan formula lainnya.

Tabel 3. Hasil evaluasi tablet.

Parameter	F1(1:0)	F2 (0:1)	F3 (1:1)	F4 (1:3)	F5 (3:1)	<i>P-value</i>
Organoleptik	Bulat pipih, tidak berbau, putih kecoklatan+++	Bulat pipih, tidak berbau, putih	Bulat pipih, tidak berbau, putih kecoklatan+	Bulat pipih, tidak berbau, putih agak kecoklatan	Bulat pipih, tidak berbau, putih kecoklatan++	-
Keseragaman bobot (mg)	204,25±3,16	213,25±2,49	204,20±2,19	207,35±2,99	193,75±2,71	0,000
Keseragaman ukuran (cm)	D: 0,82±0,00 T: 0,31±0,00	D:0,82±0,00 T: 0,30±0,00	D: 0,82±0,00 T: 0,30±0,00	D: 0,82±0,00 T: 0,29±0,01	D: 0,82±0,00 T: 0,29±0,00	D: 1,000 T: 0,000
Kekerasan (kg)	2,05±0,13	4,13±0,14	3,13±0,10	3,92±0,10	2,73±0,03	0,000
Kerapuhan (%)	1,88±0,28	1,00±0,08	1,24±0,29	1,25±0,14	1,62±0,19	0,004
Waktu hancur (menit)	7,75±1,69	1,98±0,32	2,27±0,09	1,16±0,17	6,64±1,19	0,000
Disolusi (%)	101,91±16,40	96,75±19,58	68,92±23,33	110,15±66,07	173,30±13,88	0,053

Keterangan: (+) : tingkat kecoklatan, D: diameter tablet, T: tebal tablet

Keseragaman Ukuran

Pengujian ini memastikan ketebalan dan diameter yang sama pada tablet (Syukri 2018). Berdasarkan **Tabel 3**, semua formula memenuhi persyaratan karena diameter tablet tidak lebih dari tiga kali lipat, dan ketebalannya tidak kurang dari 1½ kali (Departemen Kesehatan RI 2014). Hasil ini sejalan dengan temuan Winandy (2016) pada tablet CTM penambahan amilum talas

pregelatinasi dan Avicel PH 102 memenuhi keseragaman ukuran tablet. Diameter tablet konstan karena penggunaan mesin cetak dengan *punch* dan *die* berdiameter 8 mm, sedangkan ketebalan dipengaruhi oleh tekanan cetak, jumlah massa, dan kerapatan massa (Kurniati *et al.*, 2017).

Hasil Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan *p-value* 0,000 (<0,05), menandakan perbedaan signifikan. Uji

Mann-Whitney menunjukkan perbedaan signifikan antara F1 dengan semua formula lainnya (F2, F3, F4, dan F5), serta F2 dengan F3 dan F4. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan Avicel PH 102 (F2, F3, F4, F5) meningkatkan keseragaman ketebalan tablet dibandingkan F1 yang hanya mengandung pati pregelatinasi tunggal, sejalan dengan kemampuan Avicel PH 102 dalam meningkatkan homogenitas dan stabilitas massa cetak selama proses pencetakan tablet. Diameter tablet tidak menunjukkan perbedaan signifikan karena konsistensi penggunaan *punch* dan *die* 8 mm.

Kekerasan

Tablet diuji kekerasan untuk mengevaluasi ketahanan mekaniknya, seperti goncangan atau benturan dengan benda lain (Nofriyaldi *et al.*, 2020). Tablet memenuhi persyaratan jika memiliki kekerasan dalam rentang 4-8 kg (Departemen Kesehatan RI 2014). Berdasarkan **Tabel 3**, kekerasan tertinggi ditemukan pada F2 dengan $4,13 \pm 0,14$ kg, diikuti oleh F4 sebesar $3,92 \pm 0,10$ kg. F3 memiliki kekerasan $3,13 \pm 0,10$ kg, sedangkan F5 dan F1 menunjukkan kekerasan yang lebih rendah, masing-masing $2,73 \pm 0,03$ kg dan $2,05 \pm 0,13$ kg. Formula dengan proporsi Avicel PH 102 yang lebih tinggi cenderung menghasilkan tablet yang lebih keras, sesuai dengan temuan Kelana *et al.* (2018) pada tablet kaptopril dengan MCC PH 102 memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan amilum umbi talas modifikasi HPMC.

Tekanan pengepresan dan jenis bahan yang digunakan dapat mempengaruhi kekerasan tablet.

Kekerasan tablet dapat berkurang karena pati pregelatinisasi, yang berfungsi sebagai penghancur (Sheskey *et al.*, 2017). Penelitian Rahmawati (2016) pada amilum jagung pregelatinasi sebagai bahan penghancur tablet parasetamol menghasilkan tablet dengan kekerasan rendah.

Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan perbedaan signifikan dengan *p-value* 0,000 ($<0,05$). Uji *Mann-Whitney* menemukan perbedaan signifikan antar semua formula. Namun, F2 memiliki kekerasan tablet yang memenuhi persyaratan, sehingga dapat dianggap sebagai formula terbaik. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan Avicel PH 102 lebih efektif meningkatkan kekerasan tablet dibandingkan pati pregelatinasi.

Kerapuhan

Kerapuhan mencerminkan kekuatan tablet dalam mempertahankan bentuknya serta ketahanannya terhadap goncangan (Nofriyaldi *et al.*, 2020). Tablet dianggap memenuhi persyaratan bila nilai kerapuhannya $<1\%$ (Allen dan Ansel, 2015). Berdasarkan **Tabel 3**, hanya F2 yang memenuhi syarat ($1,00 \pm 0,08\%$), sejalan dengan penelitian Riyanti dan Rohmani (2018) pada tablet vitamin C dengan Avicel PH 102 memiliki kerapuhan lebih rendah. Formula lainnya tidak memenuhi syarat, termasuk F1 ($1,88 \pm 0,28\%$), F3 ($1,24 \pm 0,29\%$), F4 ($1,25 \pm 0,14\%$), dan F5 ($1,62 \pm 0,19\%$). Penelitian Hartesi *et al.* (2020) juga menunjukkan kerapuhan tinggi pada tablet dengan pati pregelatinasi kentang.

Rendahannya kekerasan tablet dapat meningkatkan kerapuhan, hal ini

dapat disebabkan karena fungsi pati pregelatinasi sebagai bahan penghancur (Sheskey *et al.*, 2017). Seperti pada penelitian Rahmawati (2016) penambahan amilum jagung pregelatinasi sebagai bahan penghancur tablet parasetamol menghasilkan tablet dengan kerapuhan yang tinggi.

Uji *one-way ANOVA* menyatakan perbedaan signifikan dengan *p-value* 0,004 ($<0,05$). Uji *Post Hoc Tukey* menunjukkan perbedaan signifikan antara F1 dengan F2, F3, dan F4, serta F2 dengan F5. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan Avicel PH 102 (F2, F3, F4, F5) mengurangi kerapuhan tablet dibandingkan F1 yang mengandung pati pregelatinasi tunggal, sejalan dengan kekerasan tablet yang lebih tinggi dengan penambahan Avicel PH 102.

Waktu hancur

Tujuan pengujian ini adalah untuk menjelaskan waktu hancur tablet dalam medium cairan yang dianggap sebagai keadaan lambung pada saat mengabsorpsi suatu obat (Departemen Kesehatan RI 1995). Waktu hancur tablet tidak bersalut enteri tidak lebih dari 15 menit (Departemen Kesehatan RI 1979). Berdasarkan **Tabel 3**, semua formula memenuhi standar waktu hancur tablet. F4 tercepat dengan 1,16 menit, diikuti F2 (1,98 menit) dan F3 (2,27 menit). F5 membutuhkan 6,64 menit, sedangkan F1 memerlukan 7,75 menit.

Kekerasan dan kerapuhan tablet memengaruhi waktu hancur, di mana tablet lebih keras umumnya hancur lebih lama (Hadisoewignyo dan Fudholi, 2013). Namun, hasil penelitian ini menunjukkan F1 dengan kekerasan rendah dan kerapuhan tinggi

memerlukan waktu hancur terlama, diikuti oleh F5 dan F3. Sebaliknya, F2 dengan kekerasan tertinggi dan kerapuhan terendah menunjukkan waktu hancur sedikit lebih lama dibanding F4.

Temuan ini berbeda dari penelitian Jayanti dan Rohmani (2018), yang menemukan peningkatan waktu hancur seiring meningkatnya kekerasan tablet. Waktu hancur F1, F3, dan F5 lebih lama dapat dikarenakan tablet menempel pada alat penahan akibat kelembapan tinggi, yang menyebabkan tablet menjadi lengket (Augsburger dan Hoaf, 2008).

Analisis *Kruskal-Wallis* mengindikasikan perbedaan signifikan dengan *p-value* 0,000 ($<0,05$). Uji *Mann-Whitney* menunjukkan perbedaan signifikan antara F1 dengan F2, F3, dan F4, serta antara F2 dengan F4 dan F5, dan antara F3 dengan F4 dan F5. F4 memiliki waktu hancur terbaik dan berbeda signifikan dengan formula lainnya, menunjukkan bahwa kombinasi pati pregelatinasi umbi talas pratama dan Avicel PH 102 dengan jumlah Avicel PH 102 yang lebih banyak mempercepat waktu hancur tablet.

Uji Disolusi

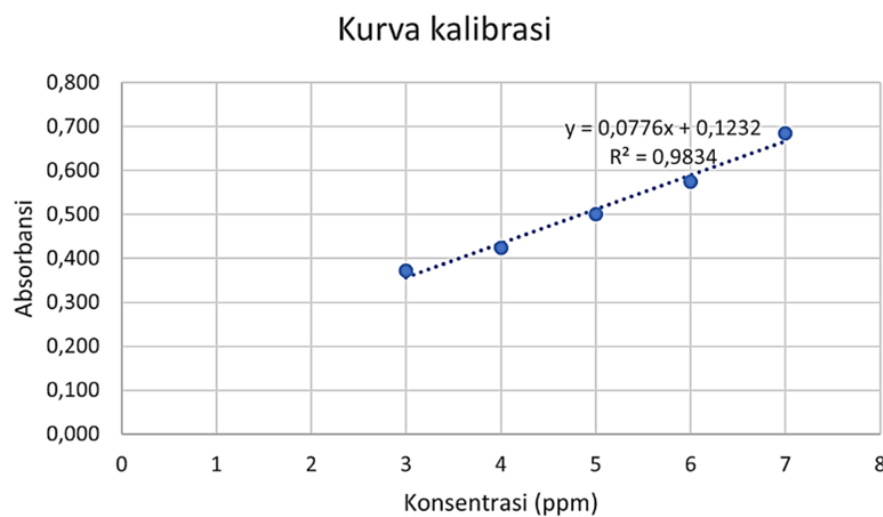
Panjang gelombang maksimum

Panjang gelombang maksimum dipilih untuk mengukur perubahan absorbansi terbesar per satuan konsentrasi, sehingga meningkatkan kepekaan analisis (Gandjar dan Rohman, 2007). Hasil diperoleh panjang gelombang maksimum 265 nm, hampir sama dengan 264 nm pada penelitian sebelumnya (Rantung *et al.* 2022).

Kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan mengukur absorbansi dari berbagai konsentrasi untuk menentukan rentang linearitas larutan standar vitamin C

(Rantung *et al.* 2022). Persamaan kurva kalibrasi yang diperoleh adalah $y = 0,0776x + 0,1232$, dengan $R^2 = 0,9834$ dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9916.

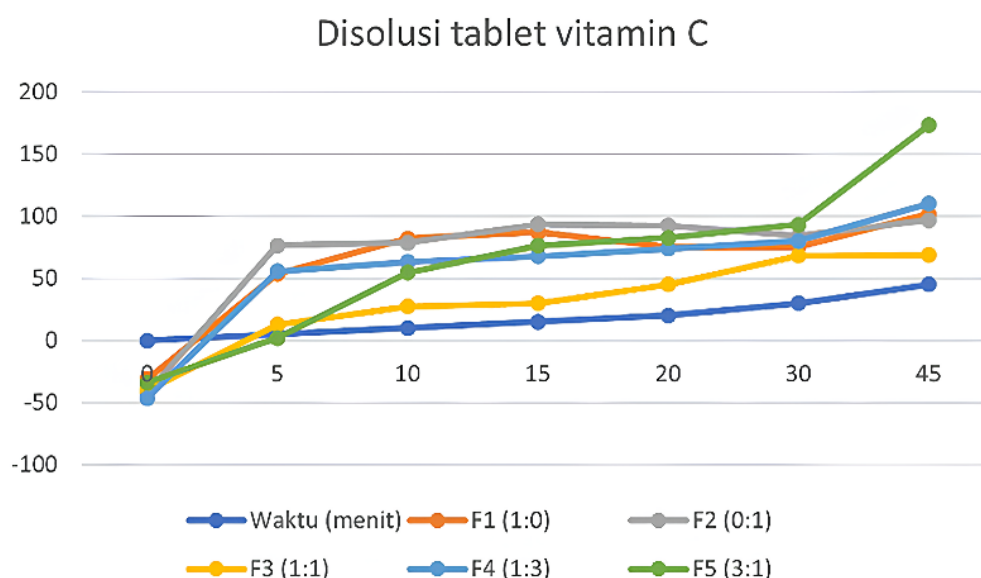


Gambar 1. Kurva kalibrasi vitamin C.

Disolusi

Uji disolusi bertujuan untuk menentukan profil pelepasan zat aktif dari sediaan dalam media pelarut dan memastikan kualitas produk tetap terjaga (Gray dan Rosanske, 2020). Menurut Farmakope Indonesia tidak kurang dari 75% vitamin C yang dietiket harus larut dalam waktu 45 menit (Departemen Kesehatan RI 2020). Pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa empat formula meliputi, F1, F2, F4, dan F5 memenuhi syarat disolusi, masing-masing sebesar $101,91 \pm 16,40\%$, $96,75 \pm 19,58\%$, $110,15 \pm 66,07\%$, dan $173,30 \pm 13,88\%$. Sementara, F3 hanya $68,92 \pm 23,33\%$, tidak memenuhi syarat. Hal ini dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian dalam pengambilan sampel, yang harusnya dilakukan 1 cm dari dinding tabung

(Aini *et al.*, 2015). Hasil disolusi dapat dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk pembentukan fase amorf, ukuran partikel, kondisi sink atau non-sink, dan waktu pengambilan sampel (Islami *et al.* 2020). Uji *Kruskal-Wallis* diperoleh *p-value* 0,053 ($>0,05$) mengidentifikasi terdapat perbedaan tidak signifikan antar formula, meskipun F3 tidak memenuhi syarat disolusi. Variabilitas ini dapat disebabkan oleh simpangan baku yang tinggi pada F3 serta faktor-faktor seperti pembentukan fase amorf, ukuran partikel, dan kondisi sink atau non-sink. F5 menunjukkan performa disolusi terbaik dengan nilai tertinggi dan simpangan baku relatif kecil, mengindikasikan pelepasan zat aktif yang lebih efektif dan konsisten dibandingkan formula lainnya.



Gambar 2. Grafik disolusi tablet vitamin C.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Avicel PH 102 lebih unggul daripada pati pregelatinasi umbi talas pratama dalam meningkatkan laju alir, kompresibilitas, dan *hausner ratio*. Semua formula memenuhi standar keseragaman bobot, ukuran, dan waktu hancur. Penggunaan Avicel PH 102 menghasilkan kekerasan tinggi dan kerapuhan rendah, sedangkan penggunaan pati pregelatinasi umbi talas pratama menghasilkan kekerasan rendah dan kerapuhan tinggi. Formula F3 (1:1) tidak memenuhi syarat disolusi, sedangkan F1 (1:0), F2 (0:1), F4 (1:3), dan F5 (3:1) memenuhi syarat disolusi.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulisan karya ilmiah ini, tidak terdapat adanya perselisihan berdasarkan kepentingan penulis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para dosen Fakultas Kesehatan, Program Studi Farmasi, Universitas Harapan Bangsa: Ibu apt. Desy Nawangsari, M.Farm, dan Ibu apt. Fauziah, M.Sc., atas bantuannya dalam kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Saraswati, R.D., and Octoberia, I.S., 2015. Profil disolusi terbanding, penetapan kadar, dan kualitas fisik tablet atorvastatin inovator, generik bernama dagang, dan generik. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5 (2), 90–97.
- Allen, L.. and Ansel, H., 2015. *Ansel's pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems*. 10th ed. Sustainability (Switzerland). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Amitarwati, D.P., 2021. *Analisis kinerja perbankan syariah berdasarkan kegiatan usaha sebelum dan saat pandemi COVID-19*. Universitas Islam Negeri Prof. K.H.Saifuddin

- Zuhri Purwokerto.
- Anwar, C., Irhami, I., and Kemalawaty, M., 2019. Karakterisasi sifat fisikokimia pati ubi jalar dengan mengkaji jenis varietas dan lama pengeringan. *Jurnal Teknotan*, 12 (2), 1.
- Augsburger, L.. and Hoaf, S., 2008. *Tablet, pharmaceutical dosage forms*. New York: Informa Healthcare USA.
- Aulton, M.E. and Taylor, K.M.G., 2018. *Aulton-pharmaceutics-the-design-and-manufacture-of-medicines-5th-edition*. Aulton's Pharmaceutics The Design and Manufacture of Medicines.
- Budaya, U.D. and Hazael, A., 2018. Pengaruh variasi konsentrasi avicel PH 102 da manitol terhadap sifat fisik tablet hisap ekstrak akar ekinase (*Echinacea purpurea* (Herb.)) secara kempa langsung. *Indonesia Natural research Pharmaceutical Journal*, 3 (2), 124–137.
- Departemen Kesehatan RI, 1979. *Farmakope Indonesia Edisi III*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan RI, 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan RI, 2014. *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan RI, 2020. *Farmakope Indonesia edisi VI*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Devi, I.A., Shodiquna, Q., Eni, N.W., Arisanti, C.I., and Samirana, P., 2018. Optimasi Konsentrasi Polivinil Pirolidon (PVP) sebagai Bahan Pengikat terhadap Sifat Fisik Tablet Ekstrak Etanol Rimpang Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb). *Jurnal Farmasi Udayana*, 7 (2), 46.
- Gandjar, G.. and Rohman, A., 2007. *Kimia farmasi analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gray, V.A. and Rosanske, T.W., 2020. Dissolution. *Specification of Drug Substances and Products: Development and Validation of Analytical Methods, Second Edition*, 481–503.
- Hadisoewignyo, L. and Fudholi, A., 2013. *Sediaan solida*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Halim, A., Octavia, M.D., and Indriyani, R., 2017. Pengaruh besar ukuran partikel terhadap sifat-sifat tablet metronidazol. *Jurnal Farmasi Higea*, 4 (2), 74–92.
- Hartesi, B., Andriani, L., Anggresani, L., Whinata, M.B., and Haflin, H., 2020. Modifikasi pati kentang secara pregelatinasi dengan perbandingan pati dan air (1: 1,25). *Riset Informasi Kesehatan*, 9 (2), 177.
- Hartesi, B., Meirista, I., Mariska, R.P., Soyata, A., Fitria, F., and Lestari, O., 2022. Modifikasi pati beras ketan putih sebagai pengisi pada pembuatan tablet kempa langsung. *Majalah Farmasetika*, 8 (1), 70.
- Hartini, Ardana M, and Rijai L, 2015. Modifikasi pati dari buah pisang talas sebagai eksipien tablet dengan teknik pemanasan dalam berbagai temperatur. *Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian Ke-1 Samarinda*, 5–6.
- Ikhsan, R., 2017. *Formulasi dan evaluasi tablet vitamin C menggunakan amilum umbi talas yang termodifikasi dan HPMC sebagai pengisi dan pengikat*. Universitas Islam Indonesia.
- Islami, A., Sopyan, I., Gozali, D., Farmasetika, D., Padjadjaran, U., Km, J.R.B., and Jatinangor, K., 2020. Solubility modification of

- piroxicam : a review. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 11, 89–102.
- Jagtap, S., Rina, M., Jain, D., and Road, J.T., 2012. Development of directly compressible ascorbic acid tablet using novel excipients. *Journal of Advanced Scientific Research*, 3 (3), 15–24.
- Jayanti, N.D. and Rohmani, S., 2018. Pengaruh tekanan kompresi pada tablet vitamin C dengan Avicel PP 102 dan dikalsium fosfat anhidrat sebagai *filler-binder*. *Prosiding APC (Annual Pharmacy Conference)*, 3 (1), 59–68.
- Kaltari, B.I., Setyowati, and Dewi, D.P., 2016. Pengaruh variasi pencampuran tepung talas bogor (*Colocasia esculenta* L. Schott) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Terhadap sifat fisik , tingkat kesukaan , kadar protein dan kadar serat pada cookies talas rendah protein. *Nutrisia*, 18 (1), 51–57.
- Karmakar, R., Ban, D., and Ghosh, U., 2014. Comparative study of native and modified starches isolated from conventional and nonconventional sources. *International Food Research Journal*, 21 (2), 597–602.
- Kelana, A.S., Kusuma, A.P., and Indrati, O., 2018. Formulasi dan evaluasi tablet kaptopril menggunakan amilum umbi talas dan HPMC yang dimodifikasi sebagai pengisi dan pengikat metode kempa langsung. *Jurnal Eksakta*, 18 (1), 8–18.
- Khairunnisa, R., Nisa, M., Riski, R., and Fatmawaty, A., 2016. Evaluasi sifat alir dari pati talas Safira (*Colocasia esculenta* var. *Antiquorum*) sebagai eksipien dalam formulasi tablet. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 1 (1), 22–26.
- Kim, K.S., Hong, S., Han, K., and Park, C.Y., 2022. Assessing the validity of the criteria for the extreme risk category of atherosclerotic cardiovascular disease: a nationwide population-based study. *Journal of Lipid and Atherosclerosis*, 11 (1), 73–83.
- Kurniati, D.E., Ardana, M., and Rusli, R., 2017. Formulasi sediaan tablet parasetamol dengan pati buah sukun (*Artocarpus communis*) sebagai pengisi. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 5, 88–99.
- Lahdenpää, E., Niskanen, M., and Yliruusi, J., 1997. Crushing strength, disintegration time and weight variation of tablets compressed from three Avicel® PH grades and their mixtures. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*.
- Lawal, M.V., Odeniyi, M.A., and Itiola, O.A., 2015. Effect of thermal and chemical modifications on the mechanical and release properties of paracetamol tablet formulations containing corn, cassava and sweet potato starches as filler-binders. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5 (7), 585–590.
- Murtini, G. and Elisa, Y., 2018. *Teknologi sediaan solida*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Nawang Sari, D., 2019. Pengaruh bahan pengisi terhadap massa cetak tablet vitamin C. *Viva Medika: Jurnal Kesehatan, Kebidanan dan Keperawatan*, 11 (02), 37–42.
- Nawang Sari, D., Prabandari, R., and Kurniadi, A., 2024. Profil disolusi lepas lambat kalium diklofenak menggunakan pati pregelatinasi talas Pratama (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *Pratama*). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 9 (1), 12–23.
- Ningsi, S., Leboe, D.W., Tahir, K.A., and Aeni, Q., 2017. Studi kemampuan pati biji alpukat

- (*Persea americana* Mill) pregelatinasi sebagai bahan penghancur pada tablet paracetamol kempa langsung. *Ilmu Kesehatan*, 1, 186–193.
- Nofriyaldi, A., Suhardiana, E., and Juniarin, A., 2020. Pengaruh penambahan Avicel PH 102 terhadap sifat fisik tablet ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) secara kempa langsung. *Journal of Pharmacopolium*, 3 (2), 50–57.
- Nurliani, L., Dwiratna, S., and Prawiranegara, B.M.P., 2019. Analisis penjadwalan irigasi pada budidaya tanaman talas Pratama (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *Pratama*) menggunakan CROPWAT 8.0. *Jurnal Teknotan*, 13 (2), 47.
- Pharmacopeia, U., 2018. *The united states pharmacopeia*. U.S: Pharmacopeial Convention, Inc.
- Purwanto, Y.A. and Effendi, R.N., 2016. The use of ascorbic acid and aloe vera to inhibit browning in fresh-cut 'malang' apple. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 04 (2), 1–8.
- Puspita, O.E., G. Ebtavanny, T., and A. Fortunata, F., 2022. Studi pengaruh jenis bahan pengikat sediaan tablet dispersi solid kunyit terhadap profil disolusi ekstrak kunyit (*Curcuma domestica*). *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 8 (1), 95–102.
- Rahmawati, S., 2016. Pengaruh penggunaan amilum jagung pregelatinasi sebagai bahan penghancur terhadap sifat fisik tablet parasetamol. Akademi Farmasi Ikifa.
- Rantung, O., Korua, A.I., Datau, H., Universitas, T., Ratulangi, S., Majidi, A., and Quruby, A., 2022. Perbandingan ekstraksi vitamin C dari 10 jenis buah-buahan menggunakan sonikasi dan homogenisasi, 4 (3), 124–133.
- Riyanti, K.M.P. and Rohmani, S., 2018. Pengaruh variasi konsentrasi avicel pH 102 dengan dikalsium fosfat anhidrat sebagai filler binder terhadap sifat fisik tablet vitamin C. *Prosiding Annual Pharmacy Conference*, 3, 69–77.
- Sayuti, N., 2015. Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan gel ekstrak daun ketepeng cina (*Cassia alata* L.). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5 (2), 74–82.
- Sheskey, P., Cook, W., and Cable, C., 2017. *Handbook of pharmaceutical excipients*. 8th ed. London: The Pharmaceutical Press.
- Syamsia, Pratiwi, R.D., and Susana, 2017. Sifat fisik tablet dihydroartemisinin-piperquin (DHP) sediaan generik dan sediaan dengan nama dagang. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6 (3), 310–314.
- Syukri, Y., 2018. *Teknologi sediaan obat dalam solida*. Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.
- Winandy, G., 2016. *Formulasi dan evaluasi tablet CTM dengan penggunaan amilum umbi talas dan HPMC hasil kombinasi metode pregelatinasi parsial dan koproses*. Universitas Islam Indonesia.