

Pemanfaatan Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain) dan Tepung Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dalam Formulasi Sediaan Pelet Beras Nasi Uduk Instan Menggunakan Metode Ekstrusi-Sferonisasi

Rahmat Santoso, Garnadi Jafar, Siti Raeyuni Maulidia Belina

Author : rahmat.santoso@bku.ac.id; garnadi.jafar@bku.ac.id; 201FF04035@bku.ac.id

Fakultas Farmasi Universitas Bhakti Kencana

Corresponding author: Rahmat Santoso

Email: rahmat.santoso@bku.ac.id

ABSTRAK

Beras sebagai pangan utama masyarakat Indonesia yang merupakan unsur esensial kehidupan, tetapi memiliki indeks glikemik tinggi. Salah satu tumbuhan endemik Indonesia yang dapat dijadikan alternatif pengganti beras adalah porang. Hal ini disebabkan karena porang mengandung glukomanan. Pengolahan beras di Indonesia beragam salah satunya dibuat menjadi nasi uduk. Kombinasi tepung porang dan tepung kelapa dapat dijadikan sebagai inovasi dalam pembuatan nasi uduk instan. Penelitian ini ditujukan untuk memanfaatkan teknologi tepat guna dalam memproduksi sediaan pelet beras nasi uduk instan, memperoleh formula optimum, dan pengaruh penyalutan lapis tipis pada pelet beras menggunakan Opadry®. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrusi-sferonisasi dengan tahapan optimasi bahan pengikat (GMS dan PVP K30), pembuatan pelet beras, penyalutan, dan evaluasi karakteristik fisik. Hasil penelitian menunjukkan teknologi ekstruder, sferoniser, *coater* dapat menghasilkan sediaan pelet beras nasi uduk instan. Berdasarkan evaluasi karakteristik fisik menunjukkan F₃ dengan bahan pengikat GMS 5% adalah formula yang optimum. Hasil statistik *One Way ANOVA* menunjukkan variasi konsentrasi peningkatan bobot penyalutan hanya berpengaruh pada laju alir dengan nilai $p.Sig < 0,05$. Sedangkan, hasil statistik *Paired Sample T* menunjukkan pada kadar air (susut pengeringan), laju alir, dan sudut istirahat terdapat pengaruh yang signifikan ($p.Sig < 0,05$) antara sebelum dan setelah penyalutan.

Kata Kunci: Ekstrusi-sferonisasi; glukomanan; pelet; tepung kelapa; tepung porang

ABSTRACT

Rice as the primary food of the Indonesian people which is an essential element of life, but has a high glycemic index. One of the endemic plants in Indonesia that can be used as an alternative to rice is porang. This is because porang contains glucomannan. Indonesian's rice processing has been diverse, one of which is made into uduk rice. The combination of porang flour and coconut

flour can be used as an innovation in making instant uduk rice. This research is aimed at utilizing appropriate technology in producing instant uduk rice pellet preparations, obtaining the optimum formula, and the effect of thin layer coating on pellets using Opadry®. The methods used in this study are extrusion-spheronization with the optimization stages of binders (GMS and PVP K30), rice pellet making, coating, and evaluating of physical characteristics. The result showed that the technology of the extruder, spheronizer, and coater can produce instant uduk rice pellet preparations. Based on the evaluation of physical characteristics shows F3 with 5% GMS binder is the optimum formula. One Way ANOVA statistics prove that variations of the concentration in increased coating weight only affect the flow rate with a value of $p\text{-Sig} < 0,05$. Meanwhile, the statistical results of Paired Sample T show that in the moisture content (Loss on Drying), the flow rate, and the angle of repose there is a significant ($p\text{-Sig} < 0,05$) influence between before and after coating.

Keywords: Extrusion-spheronization; glucomannan; pellets; coconut flour; porang flour

PENDAHULUAN

Kesehatan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan merupakan unsur esensial bagi kehidupan. Masalah kesehatan berkaitan dengan kesejahteraan masyarakat, sehingga perlu dijadikan sebagai prioritas utama untuk ditangani. Maka, kesehatan menjadi satu dari 17 tujuan pada program pembangunan global yang disajikan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB). SDGs/TPB berpijak pada empat pilar, dimana kesehatan termasuk pada cakupan pilar pembangunan sosial (Alisjahbana & Murniningtyas, 2018).

Target dari tujuan kesehatan tersebut di antaranya dapat mengurangi satu per tiga kasus kematian pada tahun 2030. Indikator global untuk jumlah kasus kematian yang diakibatkan oleh penyakit diabetes ditinjau berdasarkan prevalensi obesitas pada masyarakat usia 18 tahun ke atas. Jumlah kasus obesitas di dunia hingga tahun 2016 mencapai 650 juta kasus (WHO, 2021). Sedangkan, berdasarkan data prevalensi masyarakat Indonesia hingga tahun 2018 obesitas pada usia ≥ 18 tahun mencapai 21,8%

(Kemenkes RI, 2019). Untuk meminimalisasi prevalensi tersebut dan mewujudkan tujuan ketiga SDGs/TPB dilakukan strategi yang berkaitan dengan pangan meliputi diversifikasi serta keamanan pangan (Bappeda, 2021).

Nasi putih yang berasal dari beras sebagai pangan utama masyarakat Indonesia yang perlu dipenuhi untuk keberlangsungan hidupnya, tetapi memiliki indeks glikemik tinggi. Hal ini berpotensi meningkatkan kadar glukosa darah dan sebagai faktor risiko terjadinya obesitas (Bahadoran et al., 2014). Guna menceganya, perlu adanya substitusi menggunakan beras dengan indeks glikemik rendah seperti beras tiruan (*artificial rice*) dari olahan tepung porang yang dikenal dengan nama beras shirataki (Saleh dkk., 2015). Tepung porang diperoleh dari umbi pada tumbuhan porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain) dengan kandungan senyawa utama glukomanan. Studi klinis yang dilakukan oleh Chua et al. (2010), glukomanan secara signifikan berfungsi untuk meningkatkan metabolisme karbohidrat hingga mampu mengontrol berat badan. Tepung porang dapat dimanfaatkan menjadi

produk pangan olahan beras tiruan yang mampu mengatasi permasalahan kesehatan.

Pengolahan beras di Indonesia beragam, di antaranya dibuat menjadi nasi uduk. Penggunaan santan pada nasi uduk dapat diganti dengan tepung kelapa (*Cocos nucifera* L.) yang memiliki kandungan serat tinggi, rendah kalori, tidak mengandung gluten, dan kaya akan protein. Kandungan pada tepung kelapa tersebut mampu mengatasi masalah kesehatan seperti penyakit diabetes dan membantu dalam kontrol berat badan (Du et al., 2019; Ramaswamy, 2014). Maka dari itu, kombinasi tepung porang dan tepung kelapa sebagai inovasi pangan olahan berupa nasi uduk instan. Ditujukan sebagai solusi untuk mempercepat waktu memasak. Hal ini sejalan dengan tujuan kesembilan SGDs/TPB, yaitu infrastruktur, industri, dan inovasi yang termasuk ke dalam pilar pembangunan ekonomi (Bappenas, 2020).

Fokus riset dalam Prioritas Riset Nasional (PRN) 2020-2024 di antaranya pada bidang kesehatan dan pangan. Harapan dari fokus riset kedua bidang ini, yaitu mampu mengembangkan dan mengimplementasikan penggunaan teknologi produksi guna menghasilkan komoditas pangan yang unggul. Sesuai dengan misi riset nasional 2017-2045, guna menciptakan suatu inovasi berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi (Menristekdikti, 2019). Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035 dijadikan sebagai pedoman bagi setiap pelaku industri. RIPIN memiliki visi dalam pembangunan industri nasional menjadikan inovasi dan teknologi sebagai dasar perkembangan untuk mengimplementasikan alih teknologi yang diaplikasikan pada bidang kesehatan dan pangan (Kemenperin, 2015).

Implementasi alih teknologi dalam pembuatan pelet beras nasi uduk instan

dilakukan dengan memanfaatkan sistem multipartikulat. Pelet sebagai sediaan multipartikulat dengan distribusi ukuran partikel 0,5 – 1,5 mm, sifat alir *excellent*, dan porositas 10% (Hirjau et al., 2011; Sumardiono et al., 2018). Inovasi lain pada penelitian ini, yakni memanfaatkan alih teknologi tepat guna yang mampu menghasilkan sediaan pelet dengan metode ekstrusi-sferonisasi. Keunggulan dari metode ini dalam menyatukan bahan aktif dengan eksipien tanpa menghasilkan produk akhir yang berukuran besar, sehingga tidak memerlukan banyak eksipien (Aulton & Taylor, 2018).

Selama masa penyimpanan, harus dipastikan bahwa sediaan tidak mengalami perubahan secara fisik, kimia, ataupun lainnya. Maka, dilakukan penyalutan sediaan dengan salut lapis tipis. Fungsi salut lapis tipis guna mencegah terjadinya pembusukan juga memperpanjang umur simpan (Eom et al., 2018). Hasil studi oleh Kumar & Neeraj (2019), polisakarida sebagai bahan untuk penyalut yang biodegradabel dan ramah lingkungan juga dapat dikonsumsi bersama makanan. Oleh karena itu, digunakan Opadry® dengan basis polimer penyalut HPMC.

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental. Penelitian dilakukan di laboratorium Farmasetika dan Teknologi Farmasi (FTF) Universitas Bhakti Kencana dan laboratorium Questa Abadi, Bandung dan berlangsung pada bulan Maret-Juni 2022. Subjek pada penelitian ini adalah formula sediaan pelet beras nasi uduk instan yang menggunakan kombinasi tepung porang dan tepung kelapa disertai penyalutan lapis tipis menggunakan Opadry®.

Bahan

Tepung porang (Ambico/Sanindo Porang Berkah), tepung kelapa (Indococo Pasifik), gliserol monostearate/GMS, *polyvinyl-pyrrolidone* K30/PVP K30, aquadest, dan Opadry (Colorcon).

Alat

Ekstruder (penggiling daging manual), sferoniser (*overhead stirrer* (IKA RW 20 Digital), plat friksi, dan wadah), *coater* (*pan, cubic mixer* (Erweka AR400), *atomizer, spray gun*, dan *dryer*), oven (Binder ED56), neraca analitik (U.S. Solid), kukusan elektrik (Advance Digital/Akebonno MSP 10107), *moisture balance* (Radwag MA 50.R), *flow tester*, *angle of repose tester*, *stopwatch*, alat gelas.

Optimasi Bahan Pengikat

Bahan pengikat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari Gliserol monostearate/GMS dan *polyvinylpyrrolidone* K30/PVP K30. Penentuan variasi konsentrasi masing-masing bahan pengikat diperoleh dari pendekatan dengan optimasi menggunakan *software Design Expert* metode *Simplex Lattice Design*. Kemudian dihitung secara matematis dengan berdasarkan nilai rentang batas atas dan batas bawah masing-masing bahan. Formula disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Formula optimasi bahan pengikat

Bahan	Jumlah Bahan (%)					
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
Tepung Porang	74,9	72,45	70	74,5	72,25	70
Tepung Kelapa	25	25	25	25	25	25
GMS	0,1	2,55	5	-	-	-
PVP K30	-	-	-	0,5	2,75	5
Aquadest	100	100	100	100	100	100

Formulasi optimasi bahan pengikat dilakukan dengan tahapan pembuatan pelet beras. Selanjutnya, sediaan dari masing-masing formula dievaluasi karakteristik fisik. Hasil evaluasi paling baik merupakan formula optimum untuk digunakan dalam formulasi sediaan pelet beras nasi uduk instan yang disalut.

Pembuatan Pelet Beras

Pembuatan pelet beras nasi uduk instan dilakukan dengan metode ekstrusi-sferonisasi menggunakan formula optimum. Tahapan pembuatan diawali dengan masing-masing bahan ditimbang, lalu dilakukan pencampuran bahan hingga homogen. Ditambahkan aquadest dan dihomogenkan hingga seluruh permukaan campuran bahan terbasahi.

Setelah itu, dilakukan tahapan prekondisi dengan pengukusan selama 15 menit untuk membentuk massa kepal. Massa kepal yang diperoleh, dimasukkan ke ekstruder dan diperoleh ekstrudat berbentuk silinder. Dilakukan evaluasi organoleptik terhadap ekstrudat.

Ekstrudat yang terbentuk dimasukkan ke dalam sferoniser dengan kecepatanputarannya ± 1700 rpm (Santoso dkk., 2019). Hingga seluruh ekstrudat diubah menjadi bentuk sferis, selanjutnya dikeringkan. Proses pengeringan menggunakan oven dengan kondisi suhu 60°C dan dilakukan selama 3 jam (Sari dkk., 2021). Dilakukan evaluasi parameter kritis pada tahap ini adalah susut pengeringan. Dievaluasi pula parameter karakteristik fisik lainnya.

Penyalutan Pelet Beras

Penyalutan pelet beras nasi uduk instan dilakukan dengan metode salut lapis tipis (*film coating*) menggunakan Opadry® yang berbasis polimer HPMC. Diawali dengan membuat larutan penyalut. Formula larutan

penyalut didasarkan pada persentase kenaikan bobot sediaan sebagaimana tercantum pada tabel 2.

Tabel 2. Formula larutan penyalut

Bahan	Fungsi	Jumlah Bahan (%)		
		F ₁	F ₂	F ₃
Opadry®	Penyalut	2	3	4
Aquadest	Pelarut	10	10	10

Larutan penyalut dibuat dengan ditimbang serbuk Opadry® dan diukur aquadest. Dimasukkan aquadest ke dalam *beaker glass* lalu, diposisikan bagian *stirrer head* pada *homogenizer* hingga sedekat mungkin pada bagian bawah *beaker glass* berisi aquadest. Dinyalakan alat *homogenizer*, ditambahkan serbuk Opadry® secara perlahan ke permukaan aquadest. Dilakukan proses homogenisasi selama 45 menit (Colorcon, 2019).

Pelet beras nasi uduk instan ditempatkan dalam *pan coating* yang mula-mula dipanaskan menggunakan *dryer*. Pemanasan *pan* ditujukan untuk mempercepat proses penguapan pelarut dari larutan penyalut. Putaran alat diatur dengan kecepatan konstan (± 40 rpm). Selanjutnya, disemprotkan larutan penyalut Opadry® menggunakan *atomizer* dengan waktu alir larutan penyalut ± 3 gram/menit. Penyemprotan larutan penyalut dilakukan secara berkelanjutan (Syukri, 2018).

Evaluasi Karakteristik Fisik Pelet Beras

1. Uji Organoleptik

Uji dilakukan menggunakan indera manusia dengan parameter bentuk, warna, dan bau sediaan yang dihasilkan (Aulton & Taylor, 2018).

2. Uji Susut Pengerinan

Pengujian menggunakan alat *moisture balance*. Dinyalakan dan ditekan tombol *start* pada alat, dibuka tutupnya dan ditempatkan wadah sampel di dalam pegangan wadah sampel. Dinolkan berat wadah sampel,

dimasukkan sebanyak 5 gram sampel. Ditutup kembali pemanasnya lalu proses pengeringan dimulai dan suhu meningkat hingga 105°C. Dihasilkan nilai persentase pada alat (Radwag, 2021). Susut pengeringan yang dapat terkandung dalam beras sesuai persyaratan SNI 6128-2020 maksimal 14% (Badan Standarisasi Nasional, 2020).

3. Uji Sifat Alir

Sifat alir dapat ditentukan dengan beberapa metode uji di antaranya dengan berdasarkan kecepatan alir dan sudut istirahat (*angle of repose*). Uji dilakukan dengan ditimbang sebanyak 50gram sediaan. Lalu, dimasukkan ke dalam corong pada alat *flow tester* melalui tepi corong yang bagian bawahnya sudah tertutup. Dibuka penutup bagian bawah pada corong *flow tester* dan pada saat bersamaan dinyalakan *stopwatch*. Dibiarkan sediaan mengalir seluruhnya. Dicatat waktu (detik) yang diperlukan. Kemudian, dihitung nilai laju alir berdasarkan bobot sediaan dan waktu yang diperlukan. Kecepatan alir yang baik adalah tidak kurang dari 10 gram/detik (The United States Pharmacopeial, 2018).

$$\text{Kecepatan Alir} = \frac{\text{Bobot sampel uji (g)}}{\text{Waktu (detik)}}$$

Ditentukan nilai sudut istirahat (*angle of repose*) yang diasumsikan oleh tumpukan kerucut. Nilai sudut istirahat diperoleh berdasarkan pengukuran tinggi kerucut dan diameter dari tumpukan kerucut sediaan.

Dalam USP41-NF36, nilai sudut istirahat diinterpretasikan berdasarkan klasifikasi oleh Carr berdasarkan rumus berikut dan nilai sudut istirahat yang baik kurang dari 40°.

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Tinggi (cm)}}{\text{Jari-jari (cm)}} \right)$$

4. Uji Distribusi Ukuran Partikel

Uji distribusi ukuran partikel dilakukan dengan metode pengayakan (*sieving*). Ditimbang sampel pelet sebanyak 100 gram. Dibebaskan debu masing-masing pengayak (*mesh*) kosong dan panci penampungnya, lalu masing-masing ditimbang dan bobot dicatat. Disusun ayakan dan panci penampungnya pada *shaker*. Panci penampung berada paling bawah dan dilanjutkan dengan penyusunan ayakan dari nomor mesh paling besar ke paling kecil. Dimasukkan sampel yang telah ditimbang pada ayakan teratas dan ditutup. Susunan ayakan berisi sampel diagitasi dengan bantuan *sieve shaker* selama 5 menit. Kemudian, satu per satu ayakan dan panci penampung berisi sampel yang tersaring ditimbang. Disusun dan diagitasi kembali selama 5 menit lalu diulangi langkah yang sama dan bobot pada setiap pengayak tidak berubah >5% dari bobot sebelumnya (Kementerian Kesehatan RI, 2020; The United States Pharmacopeial, 2018).

$$IQCS = \frac{(c-a)-(a-b)}{(c-a)+(a-b)}$$

Dihitung persentase distribusi ukuran partikel pada setiap *mesh* dan panci penampung serta nilai *Interquartile Coefficient of Skewness* (IQCS) dengan syarat IQCS berada pada rentang -1 sampai +1 (Aulton & Taylor, 2018).

5. Uji Waktu Memasak

Waktu memasak ditentukan dengan metode Desikachar dan Subrahmanyam dengan kombinasi hasil penelitian Agusman dkk. (2014) menggunakan teknik tanak tradisional dan kukusan elektrik. Ditimbang sebanyak 2 gram sampel sediaan dan direndam dalam selama 10 menit. Ditiriskan dan dikukus menggunakan pengukus elektrik, pada waktu bersamaan *stopwatch* dinyalakan. Diambil beberapa butir sediaan pada interval waktu 2 menit. Hasil *sampling* diletakkan pada *object glass* lalu ditekan dan diamati. Waktu memasak diperoleh ketika tidak ada inti berwarna putih/buram yang tersisa.

6. Uji Peningkatan Bobot

Ditimbang rendemen pelet beras yang diperoleh sebelum dan sesudah penyalutan. Kemudian persentase peningkatan bobot dihitung dengan rumus berikut (Qiu et al., 2017):

$$\frac{\text{Bobot setelah penyalutan} - \text{Bobot sebelum penyalutan}}{\text{Bobot sebelum penyalutan}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan, bertujuan untuk memanfaatkan teknologi farmasi yang sederhana dan tepat guna dalam memproduksi sediaan pelet beras nasi uduk instan. Teknologi yang digunakan berkaitan dengan metode peletisasi. Sebagaimana diketahui dalam Muley et al. (2016), bahwa metode peletisasi beragam macamnya. Namun, dalam industri farmasi dan pangan metode peletisasi ekstrusi-sferonisasi merupakan metode yang banyak digunakan. Guna mampu memproduksi sediaan pelet beras nasi uduk instan dengan karakteristik yang optimum, maka pada penelitian inipun ditujukan untuk mengetahui perbandingan komposisi bahan-bahan yang mampu memenuhi persyaratan karakteristik optimum dengan berdasarkan

parameter hasil evaluasi yang diuji. Selain itu, disertai pula guna mengetahui pengaruh dari variasi konsentrasi penambahan bobot penyalutan lapis tipis pada sediaan terhadap karakteristik fisiknya.

Optimasi Bahan Pengikat

Bahan pengikat yang digunakan pada penelitian ini adalah GMS dan PVP K30 dengan masing-masing terdiri dari 3 variasi konsentrasi. Pemilihan GMS sebagai bahan pengikat pada penelitian ini karena GMS merupakan bahan tambahan pangan yang telah terklasifikasi dalam kategori *Generally Recognized as Safe* (GRAS) atau sebagai bahan tambahan pangan yang aman. Selain itu, GMS berperan sebagai pelumasan pada proses ekstrusi, juga *plasticizer* yang mampu memperbaiki kualitas beras tiruan, serta mampu menekan daya adhesif yang menjadikan sediaan tidak saling menempel

setelah proses pemasakan (Herawati dkk., 2014; Noviasari dkk., 2017).

PVP K30 pun merupakan bahan tambahan yang diterima untuk digunakan sebagai bahan tambahan pangan. Adapun hal lain yang mendasarinya, yakni kelebihan yang dimilikinya dimana PVP K30 tidak toksik karena tidak absorpsi dari saluran pencernaan atau membran mukus (Aulton & Taylor, 2018). Penggunaan PVP K30 sebagai bahan pengikat pada beras tiruan ini merupakan salah satu inovasi pada penelitian ini.

Tahapan optimasi bahan pengikat ini ditujukan untuk memperoleh formula inti pelet beras nasi udak instan yang optimal dengan parameter uji karakteristik fisik sediaan. Uji tersebut meliputi evaluasi organoleptik, kadar air (susut pengeringan), sifat alir, distribusi ukuran partikel, dan waktu memasak.

Tabel 3. Hasil evaluasi karakteristik fisik sediaan optimasi bahan pengikat

Formula	Susut Pengerinan (%)	Laju Alir (g/detik)	Sudut Istirahat (°)	IQCS	Waktu Memasak (Menit)
F ₁	4,270±0,119	7,553±0,011	28,773±0,650	-0,275±0,023	8
F ₂	5,239±0,238	8,060±0,027	26,839±0,627	-0,461±0,015	8
F ₃	6,923±0,190	8,475±0,014	25,342±0,627	-0,444±0,013	10
F ₄	6,045±0,027	7,947±0,159	29,662±0,218	-0,301±0,001	14
F ₅	5,527±0,115	8,113±0,072	26,926±0,556	-0,348±0,124	14
F ₆	4,036±0,038	8,413±0,054	26,450±1,536	-0,393±0,066	18

1. Uji Organoleptik

Uji organolepatik merupakan salah satu parameter fisik yang berguna untuk mengetahui penampilan sediaan. Berdasarkan hasil ekstrudat yang dihasilkan, diketahui bahwa keenam formula sediaan pelet beras nasi udak instan memiliki hasil yang sama. Ekstrudat tersebut berbentuk silinder,

berwarna putih gading dengan bau has kelapa.

Parameter yang sama diujikan pada hasil sferoid yang diperoleh. Hasil pada sferoid basah sama seperti ekstrudat dengan bentuk sferis. Akan tetapi, pada hasil organoleptik sferoid yang telah dikeringkan terjadi perubahan warna menjadi coklat muda dan ukuran lebih kecil. Hal ini disebabkan

karena adanya reaksi maillard atau reaksi *browning* pada tepung kelapa.

Diketahui bahwa, reaksi ini terjadi antara gugus karbonil dengan gugus asam amino (protein) dan disertai adanya panas, sehingga menjadikan sediaan mengalami pencoklatan akibat reaksi non-enzimatis (Vuthijumnonk & Rajchasom, 2019). Adapun hasil penelitian Azis & Akolo (2018), menyatakan bahwa lama waktu pengeringan tepung kelapa berbanding lurus dengan perubahan warna karena semakin lama pula reaksi maillard terjadi. Pengecilan atau penyusutan ukuran sferoid terjadi akibat adanya pelepasan air dalam sferoid selama proses pengeringan.

2. Uji Susut Pengeringan

Susut pengeringan sebagai parameter kritis yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan sediaan pelet beras nasi uduk instan. Hal ini disebabkan karena kandungan air dalam sediaan mampu mempengaruhi kestabilan atau umur simpan sediaan (Rasyid dkk., 2016).

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, diketahui bahwa terjadi peningkatan kadar air seiring dengan meningkatnya konsentrasi pengikat pada F_1 – F_3 . Hasil inipun selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Damat dkk. (2020). Gugus hidrofilik dengan sifat polar sebagai faktor yang menyebabkan GMS memiliki kemampuan untuk mengikat air. Gugus ini menjadikan terhalangnya penggabungan molekul-molekul pati dengan protein, sehingga menjadikan gugus -OH bebas yang saling berikatan relatif masih banyak (Winarti dkk., 2017). Selain itu, adanya peningkatan kadar air karena kandungan glukomanan pada tepung porang yang memiliki kemampuan absorpsi air hingga 200 kali dari bobotnya.

Peristiwa ini menyebabkan sulitnya pelepasan air atau sineresis dalam pelet beras nasi uduk instan selama proses pengeringan (Gultom dkk., 2017).

Hasil pada formula 4 hingga formula 6 dengan bahan pengikat PVP K30 berbanding terbalik dengan hasil pada ketiga formula sebelumnya. Pada peningkatan konsentrasi PVP K30 menjadikan kadar air sediaan pelet beras nasi uduk instan menurun. Namun, keenam formula memenuhi persyaratan kadar air yang baik berdasarkan SNI 6128-2020 karena tidak lebih dari 14%.

Dilakukan uji statistik ANOVA guna mengetahui pengaruh variasi konsentrasi masing-masing bahan pengikat terhadap kadar air. Uji parametrik dilakukan dengan *One Way* ANOVA karena data terdistribusi normal dan homogen. Maka, hasil ANOVA adalah valid. Berdasarkan hasil uji statistik ini menyatakan, variasi konsentrasi bahan pengikat baik GMS maupun PVP K30 berpengaruh terhadap kadar air pelet beras nasi uduk instan.

3. Uji Sifat Alir

Uji ini ditujukan untuk beberapa alasan di antaranya guna menjamin keseragaman sifat alir pelet supaya tidak adanya udara yang terperangkap dimana udara tersebut dapat menyebabkan laminasi. Diuji dengan uji laju alir dan sudut istirahat.

Uji laju alir dapat menginterpretasikan perbandingan kuantitatif sampel (Aulton & Taylor, 2018). Berdasarkan hasil uji yang diperoleh dapat diketahui bahwa keenam formula memiliki laju alir dengan kategori mudah mengalir karena berada pada rentang nilai 4–10 g/detik. Selaras dengan penelitian Putri (2020) diketahui pula bahwa semakin besar konsentrasi GMS maupun PVP K30

yang digunakan maka, laju alir pelet beras nasi uduk instan semakin mudah mengalir. Hal ini disebabkan semakin besarnya konsentrasi bahan pengikat pada suatu sediaan mampu memperbaiki gaya adhesif partikel (Aulton & Taylor, 2018). Dari keenam formula, formula 3 memiliki laju alir yang paling baik.

Hasil ini diuji statistik *One Way ANOVA*. Dihilangkan nilai signifikansi 0,000 dan 0,005 yang menyatakan adanya perbedaan laju alir yang signifikan setidaknya antar dua kelompok. Hasil uji *Post Hoc LSD* menunjukkan perbedaan tersebut terjadi pada F_1 , F_2 , F_3 , dan F_6 , sedangkan pada F_4 dan F_5 tidak terdapat perbedaan. Berdasarkan uji statistik ini, bahan pengikat GMS lebih berpengaruh terhadap laju alir sediaan dibandingkan PVP K30.

Uji lain yang dilakukan adalah sudut istirahat yang berkaitan dengan pernyataan sifat kohesi antar partikel. Berdasarkan hasil uji yang diperoleh, diketahui pada keenam formula memiliki sudut istirahat yang menginterpretasikan sifat alir dengan kategori baik sekali karena berada pada rentang 25° – 30° . Hasil ini menunjukkan pula semakin besar konsentrasi bahan pengikat, sifat alir semakin baik. Sehingga, diketahui pula formula yang menghasilkan partikel dengan sifat alir paling baik adalah formula 3 yang menggunakan GMS 5%. Hasil inipun berkaitan dengan laju alir dan menghasilkan hasil yang selaras, dimana semakin baik laju alir nilai sudut istirahat semakin baik pula.

Uji statistik *One Way ANOVA* pada uji sudut istirahat ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada seluruh formula dengan bahan pengikat GMS. Maka, konsentrasi GMS mempengaruhi sudut istirahat secara statistik. Sedangkan, pada bahan pengikat PVP K30 hanya berbeda pada

formula 4 atau tidak ada perbedaan yang signifikan antara F_5 dan F_6 .

4. Uji Distribusi Ukuran Partikel

Uji distribusi ukuran partikel dilakukan sebagai pendekatan guna menyatakan bahwa partikel yang dihasilkan termasuk ke dalam rentang ukuran pelet 0,5–1,5 mm. Uji dilakukan dengan metode agitasi menggunakan alat *sieve shaker* dan mesh nomor 14, 16, 20, 40, dan 60. Secara teoritis dalam Kementerian Kesehatan RI (2020), mesh nomor 35–14 berdasarkan standard ISO memiliki ukuran diameter lubang $500\mu\text{m}$ – $1,40\text{mm}$ mendekati rentang ukuran pelet yang dipersyaratkan.

Berdasarkan hasil uji yang diperoleh, diketahui bahwa lebih dari 50% jumlah sediaan tertahan pada mesh 16. Adapun partikel yang tertahan pada mesh 14 sebanyak kurang dari 30%. *Fines* partikel yang tertahan pada pan secara keseluruhan formula hanya terdapat $\leq 0,09\%$, sehingga memenuhi syarat kandung *fines* partikel ($< 20\%$). Hal ini menyatakan bahwa sediaan pelet beras nasi uduk instan yang dihasilkan sudah memenuhi syarat ukuran pelet.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai IQCS diperoleh informasi bahwa pada seluruh formula pelet beras nasi uduk instan ini memiliki distribusi ukuran partikel dengan kemiringan yang negatif. Hal ini mengartikan bahwa partikel pada masing-masing formula cenderung lebih banyak yang berukuran besar dibandingkan dengan serbuk ataupun *fines* partikel (Droppo et al., 2017).

Hasil uji statistik pada nilai IQCS menunjukkan bahwa variasi konsentrasi bahan pengikat GMS hanya berbeda pada F_1 terhadap F_2 dan F_3 . Namun, pada variasi konsentrasi bahan pengikat PVP tidak berpengaruh terhadap kemiringan distribusi ukuran partikel.

5. Uji Waktu Memasak

Uji ini sebagai parameter mutu fisik penting yang mampu menginterpretasikan bahwa pelet beras ini termasuk ke dalam beras instan. Pada tahapan pengujiannya mula-mula dilakukan tahap prekondisi dengan cara merendam pelet beras dalam air dengan perbandingan 1:50 selama 10 menit. Tahapan ini bertujuan untuk memicu terjadinya gelatinisasi dan *swelling* granula pati. Selain itu, adanya perendaman dapat menjadikan tekstur dari pelet beras nasi uduk instan ini lebih porous, sehingga air lebih mudah terabsorpsi ke dalam sediaan dan mempercepat waktu rehidrasi dan/atau waktu memasak (Wahyuni dan Armadani, 2015).

Proses uji dilakukan dengan teknik memasak nasi tanak tradisional menggunakan kukusan elektrik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan adanya peningkatan konsentrasi GMS sebagai bahan pengikat waktu memasak yang diperlukan terhitung setelah proses prekondisi semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh Herawati dkk. (2014), bahwa semakin tinggi konsentrasi GMS, semakin lama pula waktu memasak yang dibutuhkan. Akan tetapi, meningkatnya konsentrasi GMS ini mampu menjadikan tekstur nasi lebih kenyal dan lebih mirip dengan nasi yang berasal dari beras padi. Dalam Damat Damat dkk. (2020) dan Winarti dkk. (2017), disebutkan bahwa peningkatan konsentrasi GMS menyebabkan lapisan film dan tekstur semakin kokoh, sehingga kemampuan daya renggang meningkat.

Pada formula dengan bahan pengikat PVP K30 pun cenderung sama, dimanadengan adanya peningkatan konsentrasi pengikat waktu memasak yang diperlukan cenderung lebih lama. Hal ini disebabkan oleh semakin kuatnya ikatan antar partikel ketika bahan pengikat semakin besar. Namun, jika

dibandingkan dengan formula yang menggunakan GMS sebagai PVP K30, pelet beras dengan pengikat PVP K30 memiliki waktu memasak yang lebih lama. Kemudian, pada formula 6 dengan konsentrasi PVP K30 sebanyak 5% memerlukan waktu memasak selama 18 menit. Waktu yang diperlukan tersebut tidak memenuhi syarat kategori beras instan. Hal ini disebabkan Luh (1980), mengklasifikasikan bahwa beras instan kategori *undercooked rice* memerlukan waktu memasak 10–15 menit.

Penyalutan Pelet Beras

Penyalutan pelet beras dilakukan pada sediaan dengan formula optimum, yakni formula 3 yang mula-mula dibuat sebanyak 3 *batch* dan masing-masing dievaluasi. Larutan penyalut dibuat dengan variasi konsentrasi peningkatan bobot 2%, 3%, dan 4%. Hal ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh peningkatan bobot penyalut terhadap karakteristik fisik sediaan pelet beras nasi uduk instan. Pada prosesnya, alat yang digunakan berupa *coater* yang dimodifikasi dengan komponen alat *cubic mixer* sebagai penggerak *pan coater*, *pan coater*, *atomizer spray gun*, dan *dryer* sebagai penghasil udara panas guna proses penguapan cairan pelarut dan/atau pengeringan.

Dalam Syukri (2018), diketahui terdapat beberapa parameter penting dalam proses penyalutan. Parameter-parameter penyalutan tersebut yang digunakan ketika proses berlangsung di antaranya waktu alir larutan penyalutan $\pm 3,00$ g/menit, parameter ini berpengaruh terhadap lama waktu penyalutan. Lalu, kecepatan putaran *pan* ± 40 rpm yang mempengaruhi keseragaman penyalutan. Adapun parameter lainnya, yakni temperatur *inlet* antara 60–70°C berkaitan dengan efisiensi pengeringan dari *pan coating*. Jarak antara *spray gun* terhadap produk pun perlu

diperhatikan supaya selama proses penyemprotan larutan penyalut tidak terlalu basah atau tidak merata, pada proses ini jaraknya adalah 23 cm. Tekanan *outlet nozzle* dan *atomizer* masing-masing 4 bar dan 2 bar. Masing-masing sediaan yang telah disalut, dilakukan evaluasi karakteristik fisik yang sama seperti pada optimasi bahan pengikat.

1. Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik sferoid peletberas nasi uduk instan pada ketiga formula sebelum dan setelah penyalutan berdasarkan parameter uji yang sama, tidak mengalami perubahan baik bentuk, warna, dan bau yang dihasilkan. Dimana bentuk tetap sferis, berwarna coklat muda, dan bau khas kelapa. Berdasarkan hasil ini pula dapat diketahui bahwa adanya penyalutan pada sediaan pelet beras nasi uduk instan tidak mempengaruhi karakteristik fisik organoleptiknya. Hal ini terjadi karena polimer HPMC menghasilkan lapisan transparan. Hasil yang diperoleh selaras dengan pernyataan Ghadermazi et al. (2019), bahwa HPMC merupakan polimer transparan.

Tabel 4. Hasil uji organoleptik sediaan beras tiruan pembanding

Parameter	Pembanding	
	Fukumi®	Tropicana Slim®
Bentuk	Beras bulir panjang	Kepingan tidak beraturan
Warna	Putih gading	Putih
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau

Sediaan pelet beras nasi uduk instan kemudian dibandingkan dengan sediaan beras tiruan di pasaran yang berbahan dasar tepung porang. Sebagaimana hasil tercantum dalam tabel 4.

Masing-masing sediaan uji dan sediaan pembanding dimasak dengan bumbu instan

nasi uduk. Sediaan pelet beras nasi uduk instan F_{3A}–F_{3B} yang telah disalut juga sediaan pembanding, setelah dimasak dengan bumbu instan nasi uduk menghasilkan warna yang sedikit lebih gelap dibanding dengan sediaan yang dimasak tanpa bumbu. Namun pada beras Tropicana Slim® berbeda dengan sediaan lainnya karena warnanya lebih bening dan *glossy*. Rasa yang dihasilkan secara keseluruhan dominan sama meliputi rasa gurih dan bumbu-bumbu nasi uduk yang aromatik didominasi oleh aroma bawang merah.

2. Uji Peningkatan Bobot

Peningkatan bobot secara teoritis merupakan peningkatan teoritis dalam bobot kering sediaan pelet setelah proses penyalutan. Evaluasi peningkatan bobot pelet beras nasi uduk instan ditujukan untuk memastikan dan/atau mengetahui capaian bobot yang ditargetkan. Maka, peningkatan bobot sediaan dinyatakan dalam persen b/b. Pada umumnya, peningkatan bobot penyalutan dengan salut lapis tipis berkisar 2–4% (Cahyadi et al., 2012; Qiu et al., 2017).

Tabel 5. Hasil uji peningkatan bobot sebelum dan setelah penyalutan

Formula	Bobot (g)		Peningkatan Bobot (%)
	Sebelum disalut	Setelah disalut	
F _{3A}	375,00	366,10	-2,373
F _{3B}	475,00	463,50	-2,421
F _{3C}	450,00	445,50	-1,000

Diketahui bahwa peningkatan bobot yang ditargetkan tidak tercapai, melainkan terjadinya penurunan bobot setelah proses penyalutan. Persentase penurunan bobot terjadi sebanyak >1%. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut di antaranya akibat kehilangan massa pelet beras

nasi uduk instan yang berbentuk *finest* partikel selama proses penyalutan. Selain itu, faktor lainnya berasal dari larutan penyalut. Larutan penyalut dibuat sesuai dengan perhitungan teoritis peningkatan bobot dan tidak adanya penambahan bobot larutan penyalut. Oleh karena itu, ketika proses transfer larutan penyalut dari wadah pembuatan ke wadah penampung di alat penyalut adanya larutan yang tersisa dan sulit untuk ditransfer, sehingga terjadi kehilangan bobot larutan penyalut

3. Uji Susut Pengerinan

Hasil uji susut pengerinan pada ketiga formula memenuhi syarat karena kurang dari 14%. Inipun menunjukkan bahwa adanya peningkatan kadar air seiring dengan meningkatnya konsentrasi peningkatan bobot penyalut. Hal tersebut terjadi karena pengaruh jumlah penambahan aquadest pada masing-masing larutan penyalut. Pernyataan yang sama dihasilkan oleh Santoso & Aliudin (2020), bahwa jumlah aquadest berpengaruh terhadap kadar air. Ditinjau secara statistik dengan uji parametrik *One Way ANOVA* pada hasil uji kadar air setelah penyalutan diketahui bahwa variasi konsentrasi penambahan bobot penyalut tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air sediaan pelet beras nasi uduk instan secara statistik.

Tabel 6. Hasil uji susut pengerinan sebelum dan setelah penyalutan

Formula	Susut Pengerinan (%)	
	Sebelum disalut	Setelah disalut
F _{3A}	6,528±0,432	4,631±0,143
F _{3B}	6,486±0,295	5,200±0,122
F _{3C}	6,806±0,924	5,361±0,503

Peninjauan secara statistik ada atau tidaknya pengaruh penyalutan, maka

dilakukan uji parametrik T-Berpasangan satu per satu formula. Perolehan hasil F_{3A}, F_{3B}, dan F_{3C} berurut nilai signifikansi 0,024; 0,009; dan 0,028. Hasil ini mengartikan bahwa terdapat perbedaan kadar air yang bermakna sesudah dan sebelum penyalutan pada ketiga formula sediaan pelet beras (p.Sig<0,05)

4. Uji Sifat Alir

Berdasarkan uji laju alir, diketahui sediaan pelet beras setelah disalut menjadi lebih baik, meskipun tetap termasuk ke dalam kategori mudah mengalir. Begitupun dengan hasil uji sudut istirahat yang diperoleh. Dimana sediaan yang telah disalut memiliki sudut yang lebih landau. Maka, sifat alirnya semakin baik. Sebagaimana diketahui bahwa pada rentang 25–30° merupakan kategori baik sekali.

Tabel 7. Hasil uji laju alir sebelum dan setelah penyalutan

Formula	Laju Alir (g/detik)	
	Sebelum disalut	Setelah disalut
F _{3A}	8,499±0,055	9,113±0,069
F _{3B}	8,562±0,015	8,908±0,060
F _{3C}	8,562±0,015	8,726±0,066

Tabel 8. Hasil uji sudut istirahat sebelum dan setelah penyalutan

Formula	Sudut Istirahat (°)	
	Sebelum disalut	Setelah disalut
F _{3A}	26,521±0,175	25,462±0,472
F _{3B}	26,346±0,175	25,818±0,177
F _{3C}	26,404±0,267	25,994±0,353

Hasil uji statistik ANOVA

menginterpretasikan bahwa variasi konsentrasi peningkatan bobot penyalutan berpengaruh signifikan terhadap laju alir pelet beras nasi uduk instan. Akan tetapi, pada sudut istirahat tidak berpengaruh signifikan.

Statistik T-Berpasangan yang ditujukan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pada kelompok berpasangan dari masing-masing formula. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang bermakna pada sebelum dan sesudah penyalutan karena nilai $p.Sig < 0,05$ baik pada laju alir maupun sudut istirahat. Hal ini mengartikan pula bahwa dengan adanya penyalutan pada sediaan, menjadikan sifat alir sediaan semakin baik.

5. Uji Distribusi Ukuran Partikel

Sediaan pelet beras nasi uduk instan yang diperoleh cenderung tertahan pada mesh 16 baik sebelum maupun setelah penyalutan. Maka, sediaan telah memenuhi syarat ukuran pelet. Ditinjau berdasarkan nilai IQCS pelet beras setelah disalut tetap berada dalam kemiringan negatif. Hasil uji statistik ANOVA menginterpretasikan bahwa variasi konsentrasi peningkatan bobot penyalutan tidak ada perbedaan bermakna terhadap distribusi ukuran partikel.

Tabel 9. Hasil uji distribusi ukuran partikel (IQCS) sebelum dan setelah penyalutan

Formula	IQCS	
	Sebelum disalut	Setelah disalut
F _{3A}	-0,431±0,006	-0,451±0,023
F _{3B}	-0,399±0,004	-0,409±0,020
F _{3C}	-0,453±0,013	-0,432±0,025

Hasil statistik ANOVA pun selaras dengan hasil statistik T-Berpasangan. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan distribusi ukuran antara sebelum dan setelah penyalutan. Maka, peningkatan bobot penyalutan tidak terlalu mempengaruhi ketebalan partikel pelet beras nasi uduk instan, sehingga distribusinya tidak berbeda signifikan.

6. Uji Waktu Memasak

Hasil uji waktu memasak terhadap sediaan sebelum disalut memerlukan waktu 10-12 menit. Sedangkan, pada sediaan setelah disalut mengalami peningkatan waktu yang diperlukan untuk memasak. Hal ini disebabkan karena adanya lapisan polimer penyalut HPMC yang melapisi inti pelet beras nasi uduk instan. Maka, proses hidrasi ke partikel inti pelet perlu menghidrasi polimer tersebut lebih dulu. Selaras dengan hasil penelitian Yunarto (2014), dimana dengan semakin besarnya konsentrasi peningkatan bobot penyalut menyebabkan waktu yang diperlukan media air/aquadest untuk menembus penyalut cenderung lebih lama, maka meningkatlah waktu memasak yang diperlukan.

Tabel 10. Hasil uji waktu memasak sebelum dan setelah penyalutan

Formula	Waktu Memasak (Menit)	
	Sebelum disalut	Setelah disalut
F _{3A}	12	12
F _{3B}	10	12
F _{3C}	10	12

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa teknologi ekstruder, sferoniser, dan *coater* dapat digunakan untuk menghasilkan sediaan pelet beras nasi uduk instan. Selain itu, perbandingan komposisi bahan yang menghasilkan pelet beras nasi uduk instan yang optimum dengan parameter karakteristik fisik organoleptik, susut pengeringan (6,923%±0,190), laju alir (8,475 g/detik ±0,014), sudut istirahat (25,342°±0,627), distribusi ukuran partikel (IQCS -0,444 ±0,013), dan waktu memasak (12 menit) adalah formula 3 dengan komponen tepung porang 70%, tepung kelapa 25%, dan bahan

pengikat GMS 5%. Berdasarkan statistik *One Way ANOVA*, variasi konsentrasi peningkatan bobot penyalutan berpengaruh signifikan hanya terhadap laju alir. Sedangkan, adanya penyalutan berpengaruh secara signifikan secara statistik *Paired Sample T* ($p.sig < 0,05$) pada susut pengeringan, laju alir, dan sudut istirahat sediaan pelet beras nasi udak instan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, A., Kartika Apriani, S. N., & Murdinah, M. (2014). Penggunaan Tepung Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung Modified Cassava Flour (MOCAF). *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v9i1.94>
- Alisjahbana, A. S., & Murniningtyas, E. (2018). *Tujuan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia: Konsep, Target dan Strategi Implementasi*. Bandung: Unpad Press.
- Aulton, M. E., & Taylor, K. M. G. (2018). *Pharmaceutics The Design and Manufacture of Medicines*. Fifth Edition. London: Elsevier.
- Azis, R., & Akolo, R. I. (2018). Karakteristik Tepung Ampas Kelapa. *Journal of Agritech Science*, 2(2), 104–116.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 6128-2020 Beras*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Delshad, H., & Azizi, F. (2014). White rice consumption is a risk factor for metabolic syndrome in Tehrani adults: A prospective approach in Tehran lipid and glucose study. *Archives of Iranian Medicine*, 17(6), 435–440. <https://doi.org/014176/AIM.0011>
- Bappeda. (2021). *Kesehatan yang Baik dan Kesejahteraan - SDGs*. Dataku. <http://bappeda.jogjaprovo.go.id/dataku/sdgs/detail/3-kesehatan-yang-baik-dan-kesejahteraan>
- Bappenas. (2020). *Metadata Indikator Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/Sustainable Development Goals (SDGs) Indonesia: Pilar Pembangunan Ekonomi*. Edisi II. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Chua, M., Baldwin, T. C., Hocking, T. J., & Chan, K. (2010). Traditional uses and potential health benefits of *Amorphophallus konjac* K. Koch ex N.E.Br. *Journal of Ethnopharmacology*, 128(2), 268–278. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.01.021>
- Damat, D., Natazza, R. A., & Wahyudi, V. A. (2020). Kajian Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Komposit dengan Penambahan Konsentrasi Bubur Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) dan Gliserol Monostearat. *Food Technology and Halal Science Journal*, 3(2), 174. <https://doi.org/10.22219/fths.v3i2.13218>
- Du, X., Bai, X., Gao, W., & Jiang, Z. (2019). Properties of soluble dietary fibre from defatted coconut flour obtained through subcritical water extraction. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1390–1404. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14071>
- Eom, H., Chang, Y., Lee, E. sil, Choi, H. D., & Han, J. (2018). Development of a starch/gum-based edible coating for rice cakes to retard retrogradation during storage. In *Lwt* (Vol. 97). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.044>

- Gultom, R. J., Sutrisno, S., & Budijanto, S. (2017). Optimasi Proses Gelatinisasi Berdasarkan Respon Surface Methodology Pada Pencetakan Beras Analog Dengan Mesin Twin Roll. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 11(2), 67.
<https://doi.org/10.21082/jpasca.v11n2.2014.67-79>
- Herawati, H., Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Budijanto, S. (2014). TEKNOLOGI PROSES PRODUKSI BERAS TIRUAN MENDUKUNG DIVERSIFIKASI PANGAN Processing Technology of Artificial Rice Supporting Food Diversification. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 32(3), 87–94.
- Hirjau, M., Nicoara, A. C., Hirjau, V., & Lupuleasa, D. (2011). Pelletization Techniques Used in Pharmaceutical Fields. *Practica Farmaceutică*, 4(3–4), 206–211.
<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1081/E-EPT3-100200034>
- Kemkes RI. (2019). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Kemenperin. (2015). Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015 - 2035. In *Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035*. Jakarta: Pusat Komunikasi Publik Kementerian Perindustrian.
- Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Farmakope Indonesia (VI)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kumar, N., & Neeraj. (2019). Polysaccharide-based component and their relevance in edible film/coating: a review. *Nutrition and Food Science*, 49(5), 793–823.
<https://doi.org/10.1108/NFS-10-2018-0294>
- Menristekdikti. (2019). *Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2019 Tentang Prioritas Riset Nasional 2020-2024*. Jakarta.
- Muley, S., Nandgude, T., & Poddar, S. (2016). Extrusion–spheronization a promising pelletization technique: In-depth review. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 11(6), 684–699.
<https://doi.org/10.1016/j.ajps.2016.08.001>
- Noviasari, S., Kusnandar, F., Setiyono, A., & Budijanto, S. (2017). Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Beras Analog Berbasis Bahan Pangan Non Beras. *Jurnal Pangan*, 26(1), 1–12.
- Qiu, Y., Chen, Y., Zhang, G. G. Z., Yu, L., & Rao, V. M. (2017). *Developing Solid Oral Dosage Forms (Second)*. London: Elsevier.
- Ramaswamy, L. (2014). *International Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine 4 : 1 (2014) 1426 – 1436. 1,* 1426–1436.
- Rasyid, M. I., Yuliana, N. D., & Budijanto, S. (2016). Karakteristik Sensori dan Fisiko-Kimia Beras Analog Sorghum dengan Penambahan Rempah Campuran. *Jurnal Agritech*, 36(4), 394–403.
<https://doi.org/10.22146/agritech.16762>
https://www.researchgate.net/profile/Nancy-Yuliana/publication/314084553_Karakteristik_Sensori_dan_Fisiko-Kimia_Beras_Analog_Sorghum_dengan_Penambahan_Rempah_Campuran_Sensory_and_Physicochemical_Characteristics_of

- Santoso, R., & Aliudin, F. (2020). Kajian Pustaka Formulasi Dan Evaluasi Mikrokapsul Salut Enterik Menggunakan Acryl-Eze® & Sureteric Dengan Metode Penggabungan Mikroenkapsulasi Dengan Ekstrusi-Sferonisasi. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 2(3), 122–136. <https://doi.org/10.33759/jrki.v2i3.89>
- Santoso, R., Ziska, R., & Muzdalifah, D. (2019). Formulasi dan Evaluasi Mikrokapsul Salut Enterik Metode Ekstrusi dan Sferonisasi pada Era Jaminan Kesehatan Nasional. *Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 5(2).
- Saleh, N., Rahayuningsih, S. A., Radjit, B. S., Ginting, E., Harnowo, D., & Mejaya, I. M. J. (2015). *Tanaman Porang*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Sumardiono, S., Pudjihastuti, I., Handayani, N. A., & Kusumayanti, H. (2018). The Quality of Analog Rice from Composite Flour: Modified Cassava Flour, Zea mays, Canavalia ensiformis and Dioscorea esculenta Using Hot Extrusion . *Advanced Science Letters*, 24(12), 9794–9796. <https://doi.org/10.1166/asl.2018.13143>
- Syukri, Y. (2018). *Teknologi Sediaan Obat dalam Bentuk Solid*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- The United States Pharmacopeial. (2018). *USP 41-NF 36* (Vol. 4). Rockville: The United States Pharmacopeial Convention.
- Vuthijumnonk, J., & Rajchasom, S. (2019). Total Dietary Fiber in Coconut Powder Cookies and Their Antioxidant Activity: A Healthy Snack Potentiality. *ETP International Journal of Food Engineering*, 5(1), 88–91. <https://doi.org/10.18178/ijfe.5.1.88-91>
- WHO. (2021). *Obesity and Overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Winarti, S., Susiloningsih, E. K. B., & Fasroh, F. Y. Z. (2017). Karakteristik Mie Kering Dengan Substitusi Tepung Gembili Dan Penambahan Plastiziser Gms (Gliserol Mono Stearat). *Agrointek*, 11(2), 53. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v11i2.3069>