p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410
AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Karakteristik mi pati sagu dengan penambahan hidrokoloid dari kolang-kaling dan porang

Erika Meiliana Sari, Feri Kusnandar*, Tjahja Muhandri

Ilmu Pangan, IPB University, Bogor, Indonesia

Article history
Diterima:
2 Agustus 2024
Diperbaiki:
5 September 2024
Disetujui:
6 September 2024

Keyword
Konjac;
pasting profile;
sago noodle;
sago starch;
sugar palm fruit

ABSTRACT

Sago noodles are made from sago starch. Low cooking loss and high elongation are the characteristics of sago noodles that are preferred. These qualities can be enhanced by adding hydrocolloids like sugar palm fruit or konjac flour, which are rich in galactomannan and glucomannan. This study evaluated the effects of adding these hydrocolloids to the pasting profile of sago starch and the characteristics of the resulting sago noodles. Sugar palm fruit paste or konjac flour (at 0.5% and 1.0%) was incorporated into the sago noodle recipe. The pasting profile was analyzed using a Rapid Visco Analyzer, while the noodle quality was assessed by measuring cooking loss, elongation, and color. The addition of sugar palm fruit paste or konjac flour lowered the peak viscosity, breakdown viscosity, setback viscosity, and final viscosity of the sago starch. Both kolang-kaling paste and porang flour have the potential to improve the cooking quality of sago noodles. Sagi noodles with these hydrocolloid additions showed reduced cooking loss, increased elongation, and improved brightness in both their dry form and after cooking. The addition of 0.5% konjac flour produced sago noodles with the lowest cooking loss of 6.68%±1.28, the highest elongation of 307.50%±2.12, and the brightest color.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi
Email : fkusnandar@apps.ipb.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v20i1.27000

PENDAHULUAN

Mi merupakan produk pangan yang cukup populer di Asia dan telah dikonsumsi oleh banyak orang di dunia. Konsumsi mi instan yang berbahan baku terigu di Indonesia pada tahun 2022 menjadi urutan kedua tertinggi di dunia setelah Cina, yaitu 14,26 miliar porsi (World Instant Noodle Assosiation 2023). Solusi alternatif untuk mengurangi tingkat konsumsi mi terigu adalah dengan produksi mi non terigu, sehingga tentunya juga menurunkan jumlah impor gandum di Indonesia. Mi non terigu terbuat dari bahan baku selain terigu sehingga menghasilkan mi bebas gluten yang aman dikonsumsi bagi penderita *gluten intolerance*. Mi pati yaitu mi yang dibuat dari bahan baku pati (*starch noodle*) adalah salah satu jenis mi non terigu. Contoh dari mi pati adalah soun yang dibuat dari bahan dasar pati kacang hijau. Parameter penting dari mutu mi pati adalah *cooking loss* yang rendah, dan elongasi yang tinggi (Wang et al. 2015).

Pati yang ideal untuk bisa menghasilkan mi dengan *cooking loss* yang rendah dan elongasi yang tinggi memiliki karakteristik seperti kadar amilosa yang tinggi beriksar 40,44–41,82%, serta profil *pasting* tipe C (tidak adanya viskositas puncak dan viskositas tidak mengalami penurunan bahkan semakin meningkat selama pemanasan) seperti yang dimiliki pati kacang hijau (Wang et al. 2015). Dong et al. (2020) juga menyatakan bahwa pembentukan tekstur mi pati yang kokoh selama ekstrusi panas dan gel yang kuat setelah pendinginan (proses retrogradasi) dipengaruhi oleh kadar amilosa pati.

Pati sagu adalah salah satu bahan pangan pokok lokal yang banyak diproduksi di Indonesia, dengan daerah produksi terbesar berada di provinsi Riau mencapai 270.969 ton dengan luas lahan 76.485 ha pada tahun 2022 (Direktorat Jendral Perkebunan Kemenpan RI 2022). Pati sagu berpotensi sebagai bahan baku pembuatan mi berdasarkan kandungan amilosanya yang tergolong tinggi berkisar 26,11–39,69% (Du et al. 2020; Wahjuningsih et al. 2020). Pati sagu kurang stabil terhadap panas dan kemampuan retrogradasinya cenderung lebih rendah dibandingkan pati kacang hijau (Purwani et al. 2006; Du et al. 2020). Hal ini menyebabkan karakteristik mi sagu masih belum dapat menyerupai mi pati kacang hijau, seperti kenyal, elastis, *cooking loss* rendah dan tidak lengket yang karakteristiknya hampir sama dengan mi terigu sehingga dapat diterima konsumen. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperoleh karakteristik mi pati yang diinginkan, salah satunya adalah dengan penambahan bahan tambahan pangan, seperti hidrokoloid.

Penambahan hidrokoloid dapat memengaruhi profil *pasting* pati sehingga dapat memodifikasi tekstur untuk meningkatkan kualitas mi non terigu. Penambahan 0,5% dan 2,0% gum (*arabic, xantan, cress seed, fenugreek, flaxseed,* dan *okra*) menurunkan viskositas *peak*, *breakdown*, *setback* dan *final* dari pati buncis (Shahzad et al. 2019). Guar gum dan *carboxy methyl cellulose* (CMC) 2% menurunkan viskositas *breakdown* dan *setback,* menigkatkan viskositas *final* campuran tepung singkong termodifikasi *(modified cassava flour)*, tepung beras dan jagung sehingga tekstur mi menjadi lebih lunak dan elastis (Ratnawati dan Afifah 2018). Penambahan tepung iles-iles 0,5% dan 1,0% menurunkan viskositas *breakdown* tepung sukun sehingga dapat mempertahankan struktur untaian mi selama pemasakan dengan kehilangan selama pemasakan (*cooking loss)* lebih rendah yaitu <17% (Agustin 2011). Namun, masih belum banyak penggunaan hidrokoloid alami dari bahan lokal yang cukup berpotensi untuk mengurangi penggunaan hidrokoloid.

Kolang-kaling dan porang berpotensi dimanfaatkan sebagai hidrokoloid alami. Kolang-kaling mengandung galaktomanan yang tinggi berkisar 60-67% (Abidin and Jomduang 2019), sedangkan porang mengandung glukomanan 64,77% (Aryanti and Abidin 2015). Senyawa galaktomanan dan glukomanan dapat berperan sebagai hidrokoloid karena banyak memiliki gugus hidroksil sehingga dapat berfungsi sebagai pengental, pengikat air, dan pembentuk gel pada suatu produk pangan. Belum ada penelitian mengenai pemanfaatan kolang-kaling dan tepung porang sebagai hidrokoloid dalam pembuatan mi sagu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan hidrokoloid dari kolang-kaling atau porang terhadap profil pasting pati sagu, dan terhadap karakteristik mi sagu yang dihasilkan.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah pati sagu yang diperoleh dari Kota Selatpanjang Kabupaten

Kepulauan Meranti Riau, kolang-kaling diperoleh dari pasar tradisional Dramaga, Bogor, tepung porang produksi CV. Aska Waluya Kabupaten Grobogan Jawa Tengah, garam dapur, air minum dalam kemasan, dan bahan-bahan analisis lainnya.

Alat yang digunakan dalam pembuatan mi adalah *hand mixer*, *Fluidized Bed Dryer*, ekstruder ulir tunggal pemasak-pencetak (*Scientific*: *Lab Tech Engineering Company Ltd*) dengan spesifikasi *die* berbentuk *elips*, diameter pendek 1 mm dan diameter panjang 1,2 mm serta alat bantu lainnya. Alat untuk pembuatan bubur kolang-kaling adalah *blender* dan ayakan 30 mesh. Instrumen yang digunakan dalam analisis adalah spektrofotometer UV-Vis (*Thermo Fisher Scientific model* 4001/4, USA), *Rapid Visco Analyzer* (RVA) (*Perten model TecMaster, Swedia*), *Texture Analyzer Stable Micro-System* (*TA-XT2i, England*), *Chromameter* (*CR-A33D, Konica Minolia, Japan*), *hotplate*, oven kadar air, desikator, neraca analitik dan alat-alat gelas.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan bubur kolang-kaling

Kolang kaling diolah dahulu menjadi bubur kolang kaling untuk selanjutnya digunakan sebagai ingredien dalam adonan mi sagu. Pembuatan bubur kolang-kaling mengacu pada prosedur yang dilakukan Sitompul dan Zubaidah (2017) dengan sedikit modifikasi pada jumlah penambahan air. Kolang-kaling disortasi (tingkat kematangan sedang dengan ciri tekstur buah yang agak keras) dan dicuci dengan air mengalir, kemudian ditiriskan. Kolang-kaling segar yang sudah bersih diambil sebanyak 10 g (konsentrasi 0,5% dari pati sagu) dan 20 g (konsentrasi 1% dari pati sagu), lalu diiris tipis. Selanjutnya ditambahkan dengan air sesuai dengan jumlah penambahan air untuk adonan mi yaitu 48% dari berat pati sagu. Jumlah air yang digunakan untuk pembuatan bubur kolang-kaling adalah jumlah air yang ditambahkan untuk adonan mi dikurangi dengan jumlah air yang ada di dalam bahan kolang-kaling (kadar air kolang-kaling = 90%). Campuran kolang-kaling dan air dihaluskan dengan *blender* selama 5 menit, lalu disaring (pastikan semua hancuran kolang-kaling lolos melewati saringan), dan diperoleh bubur kolang-kaling yang siap ditambahkan ke dalam adonan mie sagu

Pembuatan mi sagu

Pembuatan mi menggunakan ekstruder ulir tunggal mengacu pada Muhandri et al. (2017). Pati sagu 100% (200 g) dicampurkan dengan bahan tambahan yaitu air 48%, garam 2%, bubur kolang-kaling dan tepung porang dengan konsentrasi masing-masing 0,5% dan 1%. Persentase penambahan bahan tambahan pada pembuatan mi adalah persentase dari berat pati sagu pada adonan. Semua bahan dicampur ke dalam sebuah wadah, selanjutnya diaduk selama 1 menit menggunakan sendok. Campuran tersebut diaduk kembali menggunakan *hand mixer* selama 2 menit. Adonan dimasukkan ke dalam ekstruder untuk proses ekstrusi dengan pengaturan kecepatan *screw* 130 rpm dan suhu *barrel* ekstruder 89^{o}C. Untaian mi yang keluar dari ekstruder pada kondisi *steady state*, dipisahkan antar untaian mi dan dibentuk lingkaran berongga. Mi didinginkan selama 15 menit pada suhu ruang, lalu dikeringkan lanjut dengan *fluidized bed dryer* pada suhu 50°C selama 2 jam (sampai mudah dipatahkan). Mi sagu kering kemudian dikemas menggunakan kemasan plastik *polypropylene* dan disimpan pada suhu ruang di dalam wadah tertutup

Karakterisasi kimia pati sagu, kolang-kaling, dan tepung porang

Pati sagu sebagai bahan baku mi dan bahan hidrokoloid (kolang-kaling dan tepung porang) dilakukan analisis proksimat mengacu pada metode AOAC (2012). Pati sagu juga dilakukan analisis kadar amilosa menggunakan metode spektroskopi berdasarkan ISO-6647-2 (2015), kadar pati metode *Luff Schoorl* (AOAC 2012) dan kadar amilopektin dihitung berdasarkan pengurangan kadar pati dengan kadar amilosa.

Analisis profil pasting pati sagu dengan penambahan hidrokoloid

Pati sagu alami dan pati sagu dengan penambahan hidrokoloid dilakukan analisis kadar air dan profil pasting menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA). Konsentrasi hidrokoloid (bubur kolang-kaling dan tepung porang) masing-masing ditambahkan 0,5%–2,0 (Shahzad et al. 2019) dari jumlah total pati sagu yang digunakan. Jumlah hidrokoloid yang ditambahkan dihitung berdasarkan berat kering hidrokoloid terhadap berat pati sagu.

Analisis profil *pasting* mengacu pada metode AACC (2009) dengan menggunakan *Rapid Visco*

Analyzer (RVA). Sampel yang sudah diketahui kadar airnya ditimbang sebanyak ± 3,0 g, lalu dimasukkan ke dalam *canister* dan ditambahkan dengan akuades sesuai dengan kadar air pada sampel sehingga terbentuk larutan pati. Sampel dalam *canister* diaduk dengan *paddle* hingga homogen dan tidak menggumpal. Larutan sampel dimasukkan ke dalam cup kemudian dianalisis menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA) dengan total waktu ± 23 menit. Kecepatan awal RVA 960 rpm selama 10 detik. Kecepatan selanjutnya 160 rpm ditahan hingga selesai. Larutan dipanaskan pada suhu awal 50°C selama 1 menit. Suhu dinaikkan hingga 95°C dengan perubahan suhu 6°C per menit. Setelah mencapai suhu 95°C, ditahan hingga 5 menit. Kemudian suhu diturunkan kembali hingga 50°C dengan penurunan suhu 6°C per menit, suhu ditahan pada 50°C hingga 2 menit sampai selesai. RVA mencatat data suhu awal gelatinisasi, viskositas maksimum, viskositas *breakdown*, viskositas *setback* dan viskositas akhir.

Analisis karakteristik mi sagu

Karakteristik mi sagu yang dianalisis meliputi mutu pemasakan (*cooking loss* dan elongasi) dan warna. Analisis *cooking loss* mi mengacu pada metode Muhandri et al. (2017). Pengukuran *cooking loss* dilakukan dengan merebus mi sagu ±2 g yang telah diukur kadar airnya sehingga dapat diperoleh berat bahan kering mi (Ak). Perebusan dilakukan dalam air mendidih 200 mL selama waktu optimum pemasakan mi (7–8 menit). Setelah itu, mi ditiriskan dan disiram dengan air lalu ditiriskan kembali. Mi dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga mencapai berat konstan (C). *Cooking loss* dihitung sebagai persen berat padatan (Ak-C) terhadap berat sampel (Ak). Persentase *cooking loss* dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$Cooking\ loss = \frac{Ak\ - C}{Ak} \times 100\% \qquad (1)$$

Persen elongasi mi dianalisis dengan menggunakan *texture analyzer* TA-XT2i mengacu pada Muhandri et al. (2017). Sampel mi kering ditimbang sebanyak ±5 g. Mi direbus dalam air 200 mL selama waktu optimum pemasakan (7–8 menit), lalu ditiriskan dan didinginkan. Elongasi diukur dengan cara untaian mi dililitkan pada dua probe yang diatur jaraknya sejauh 2 cm, kemudian ditarik dengan kecepatan 0,3 cm/s. Persentase elongasi (E) dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$E = \left(\frac{waktu\ putus\ sampel\ (s) \times 0{,}3 \frac{cm}{s}}{2\ cm} \right) \times 100\% \qquad (2)$$

Analisis warna mengacu pada Kusnandar et al. (2020). Mi sagu kering dan mi sagu yang telah dimasak dianalisis warna dengan menggunakan *Chromameter*. Sampel mi sagu kering dipotong-potong kecil, kemudian diletakkan di atas permukaan wadah atau cawan petri secara merata. Diukur parameter warnanya (nilai L, a dan b) menggunakan *Chromameter*. Untuk mi sagu yang telah dimasak, sampel (± 5 g) direbus dalam air 200 mL selama waktu optimum pemasakan mi, dibilas dengan air mengalir, ditiriskan dan dipindahkan dalam cawan petri sampai penuh, lalu diukur warnanya (nilai L, a dan b).

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor perlakuan jenis dan konsentrasi hidrokoloid. Jenis hidrokoloid yang digunakan adalah kolang-kaling dan tepung porang dengan masing-masing konsentrasi yaitu 0,5% dan 1%. Perlakuan pada penelitian ini yaitu PS = pati sagu tanpa hidrokoloid (kontrol), HK1 = penambahan 0,5% kolang-kaling, HK2= penambahan 1,0% kolang-kaling, HP1= penambahan 0,5% tepung porang, HP2= penambahan 1,0% tepung porang. Setiap faktor perlakuan dilakukan dengan dua kali pengulangan.

Data yang diperoleh dianalisis ragam (ANOVA) secara statistik menggunakan *software SPSS* 22. Jika faktor perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut *Duncan* pada taraf nyata 5% untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimia pati sagu dan bahan hidrokoloid

Komposisi kimia pati sagu dan bahan hidrokoloid (bubur kolang kaling dan tepung porang) yang dianalisis meliputi proksimat, kadar amilosa, kadar pati, dan kadar amilopektin disajikan pada Tabel 1. Komponen kimia yang terkandung di dalam pati sagu pada penelitian ini mendekati hasil penelitian Wahjuningsih et al. (2020) yang juga mengkarakterisasi pati sagu asal Selatpanjang, Riau, yaitu mengandung 14,22% air, 0,19% abu, 0,54% protein, 0,79% lemak, dan 98,49% karbohidrat. Kadar air pati sagu yang digunakan sedikit lebih tinggi dari yang

disyaratkan standar mutu pati sagu menurut SNI 3729:2023 (Badan Standardisasi Nasional 2023), yaitu maksimal 13%, sedangkan kadar abu dan serat kasar sudah memenuhi syarat mutu pati sagu yaitu 0,2% abu dan 0,1% serat kasar.

Kadar amilosa pati sagu adalah 40,20%, sehingga termasuk dalam kelompok pati amilosa tinggi. Kadar amilosa pati sagu ini lebih tinggi dari pati sagu yang dilaporkan oleh Wahjuningsih et al. (2020) yaitu 39,69% dan Du et al. (2020) yaitu berkisar 24,07–26,11%. Kadar amilosa adalah salah satu karakteristik utama yang dibutuhkan dalam penentuan pati untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan mi pati (*starch noodle*). Menurut Wang et al. (2015), pati yang baik untuk bahan baku pembuatan mi adalah pati dengan kadar amilosa yang tinggi seperti pati jagung berkisar 27–28% (Tam et al. 2004) dan pati kacang hijau yaitu berkisar 40,44–41,82% (Li et al. 2011). Kadar amilosa yang lebih dari 35% masih dapat diproses menjadi untaian mi jika dibantu menggunakan ekstrusi bertekanan (Kusnandar et al. 2020). Hal ini menunjukkan bahwa pati sagu juga dapat diolah menjadi mi pati. Amilosa yang tinggi berperan selama proses ekstrusi panas untuk membentuk tekstur mi yang kokoh dan homogen dan proses retrogradasi setelah pendinginan pati (Dong et al. 2020).

Tabel 1 menunjukkan bahwa komponen kimia yang terkandung dalam kolang-kaling terdiri dari air sebesar 90,83%, abu 0,54%, lemak 0,87%, protein 2,18%, serat kasar 2,62% dan karbohidrat *by difference* 46,45%. Menurut Abidin dan Jomduang (2019), kadar air kolang-kaling dengan tingkat kematangan sedang (*midmature*) sebesar 91,90%. Semakin tinggi tingkat kematangan buah kolang-kaling maka kadar airnya semakin menurun. Kolang-kaling dapat berperan sebagai bahan hidrokoloid karena banyak mengandung polisakarida galaktomanan yang merupakan penyusun sebagian besar karbohidrat, yaitu 61,12% pada buah kolang-kaling setengah matang (agak tua).

Tabel 1 Komposisi kimia pati sagu, kolang-kaling dan tepung porang

Komposisi kimia	Pati sagu	Kolang-kaling	Tepung porang
Air (%bb)	14,06 ± 0,04	90,83 ± 0,03	10,15 ± 0,19
Abu (%bk)	0,08 ± 0,01	0,54 ± 0,00	5,99 ± 0,15
Lemak (%bk)	0,56 ± 0,07	0,87 ± 0,02	0,16 ± 0,05
Protein (%bk)	1,77 ± 0,32	2,18 ± 0,03	2,37 ± 0,02
Serat kasar (%bk)	0,01 ± 0,00	2,62 ± 0,01	0,20 ± 0,05
Karbohidrat *by difference* (%bk)	94,90 ± 0,22	46,45 ± 0,11	91,81 ± 0,11
Pati (%bk)	87,15 ± 0,36	-	-
Amilosa (%bk)	40,20 ± 0,51	-	-
Amilopektin (%bk)	46,95 ± 0,36	-	-

Keterangan: nilai = rerata ± SD, n= 2, bb= basis basah, bk = basis kering

Tabel 2 Profil pasting pati sagu dengan penambahan hidrokoloid

Perlakuan	Viskositas (cP)				
	Peak	***Through***	***Breakdown***	***Final***	***Setback***
PS (kontrol)	3714,5 ± 2,12^{h}	845,0 ± 2,83^{h}	2869,5±0,71^{i}	1994,5±2,12^{i}	1149,5±0,71^{h}
HK1	3031,0 ± 0,00^{e}	734,5 ± 0,71^{f}	2296,5±0,71^{f}	1829,0±1,41^{f}	1094,5±2,12^{f}
HK2	2930,0 ± 4,24^{d}	690,0 ± 1,41^{d}	2240,0±2,83^{e}	1686,5±0,71^{e}	996,5±2,12^{e}
HK3	1970,5 ± 2,12^{b}	442,0 ± 1,41^{b}	1528,5±3,54^{c}	1224,0±2,83^{b}	782,0±4,24^{b}
HK4	2041,5±16,26^{c}	445,0 ± 8,49^{b}	1596,5±4,75^{d}	256,0±12,73^{c}	811,0±4,24^{c}
HP1	3498,5 ± 2,12^{g}	794,5 ± 3,54^{g}	2704,0±1,41^{h}	1963,0±2,83^{h}	1168,5±0,71^{i}
HP2	3299,5 ± 3,54^{f}	720,0 ± 2,83^{e}	2579,5±0,71^{g}	1855,0±1,41^{g}	1135,0±1,41^{g}
HP3	1959,5±10,61^{b}	464,0 ± 4,24^{c}	1495,5±6,36^{b}	1306,5±0,71^{d}	842,5±3,54^{d}
HP4	1646,5 ± 3,54^{a}	430,5 ± 2,12^{a}	1216,0±1,41^{a}	1196,0±4,24^{a}	765,5±2,12^{a}

Keterangan: Nilai menunjukkan rata-rata ± STD (n=2). Perbedaan abjad pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji Duncan pada $\alpha = 0,05$. PS: pati sagu 100%; HK1: kolang-kolang 0,5%, HK2: kolang-kaling 1,0%, HK3: kolang-kaling 1,5%, HK4: kolang-kaling 2,0%, HP1: tepung porang 0,5%, HP2: tepung porang 1,0%, HP3: tepung porang 1,5%, HP4: tepung porang 2,0%

Bahan hidrokoloid lainnya yang digunakan berasal dari umbi porang dalam bentuk tepung porang. Tabel 1 menunjukkan bahwa Kadar air dan protein pada tepung porang yang diperoleh telah memenuhi syarat mutu tepung porang kategori mutu I, sedangkan kadar abu masih belum memenuhi. Berdasarkan SNI 7939-2013 (Badan Standardisasi Nasional 2013), syarat mutu tepung porang kategori mutu I yaitu kadar air ≤ 13%, abu ≤ 4%, dan protein ≤ 5%. Rosida et al. (2022) melaporkan tepung porang memiliki kadar air 11,10%, abu 3,33%, protein 3,47%, amilosa 19,74%, pati 24,82%. Tepung porang dapat berperan sebagai bahan hidrokoloid karena di dalamnya terdapat glukomanan yang cukup tinggi yaitu 64,77% (Aryanti dan Abidin 2015).

Profil pasting pati sagu dengan penambahan hidrokoloid

Penambahan hidrokoloid dapat memodifikasi profil *pasting* dari pati (Choy et al. 2012). Sebagaimana profil pati alami secara umum, pati sagu memiliki profil *pasting* yang meningkat viskositasnya pada fase pemanasan, kemudian mencapai puncak viskositas, dan menurun kembali dengan meningkatnya suhu pemanasan. Pada saat fase pendinginan, viskositas kembali meningkat (mengalami viskositas *setback*). Pola ini menunjukkan profil pati sagu termasuk profil tipe A yaitu memiliki viskositas puncak dan *breakdown* yang tinggi (Purwani et al. 2006).). Jenis dan konsentrasi hidrokoloid, yaitu bubur kolang-kaling dan tepung porang sebagai hidrokoloid dengan konsentrasi masing-masing 0-2% berpengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap profil *pasting* pati sagu (Tabel 2). Viskositas puncak pati sagu dari setiap perlakuan berbeda secara signifikan, kecuali antar perlakuan HK3 dan HP3, viskositas *through* juga berbeda secara signifikan, kecuali antar perlakuan HK3 dan HK4, sedangkan viskositas *breakdown*, *final* dan *setback* berbeda signifikan antar setiap perlakuan. Semakin tinggi konsentrasi kolang-kaling dan tepung porang yang ditambahkan maka viskositas puncak, *through*, *breakdown*, *final* dan *setback* pati sagu cenderung semakin menurun, dan nilainya lebih rendah dibandingkan kontrol (pati sagu alami 100%). Nilai semua parameter viskositas pati sagu dengan penambahan tepung porang lebih tinggi dibandingkan penambahan kolang-kaling. Hal ini sejalan dengan Shahzad et al. (2019), yaitu penambahan hidrokoloid 0,5% dan 2,0% (*arabic, xantan, cress seed, fenugreek, flaxseed,* dan *okra*) menurunkan viskositas *peak*, *breakdown*, *setback* dan *final* dari pati buncis. Ratnawati dan Afifah (2018) juga melaporkan hasil yang serupa, yaitu penambahan CMC 2% menurunkan viskositas *peak*, *breakdown* dan *setback* dari campuran mocaf, tepung beras dan tepung jagung, sementara guar gum 2% hanya menurunkan viskositas *setback*.

Penurunan viskositas puncak terjadi karena adanya molekul hidrokoloid yang dapat berasosiasi dengan molekul amilosa dan menghambat mobilitas air selama proses pemanasan pati (Shahzad et al. 2019). Glukomanan pada tepung porang dan galaktomanan pada kolang-kaling dapat berasosiasi dengan amilosa atau molekul air melalui ikatan hidrogen sehingga mobilitias atau ketersediaan air yang masuk ke dalam granula pati saat proses gelatinisasi menjadi terbatas. Hal ini menyebabkan pembengkakan granula pati tidak terjadi secara maksimum sehingga nilai viskositas puncak pati menurun. Penurunan viskositas *breakdown* pati disebabkan molekul hidrokoloid glukomanan dan galaktomanan menurunkan tingkat pembengkakan granula pati selama pemanasan sehingga jumlah amilosa yang *leaching* dari granula pati menjadi lebih sedikit (Shahzad et al. 2019). Semakin sedikit jumlah amilosa yang *leaching* menyebabkan viskositas *breakdown* pati menjadi lebih rendah, maka pati menjadi semakin stabil terhadap panas.

Penurunan viskositas *setback* pati terjadi karena menurunnya jumlah interaksi amilosa-amilosa yang berperan dalam proses retrogradasi pati selama pendinginan. Hal ini disebabkan karena adanya interaksi molekul hidrokoloid yaitu galaktomanan dan glukomanan dengan amilosa yang bersaing dengan ikatan amilosa-amilosa (Bemiller 2011)). Sejalan dengan penelitian Ratnawati dan Afifah (2018) bahwa terjadi penurunan viskositas *setback* pada campuran *mocaf*, tepung beras dan tepung jagung dengan penambahan 2% guar gum. Peningkatan viskositas *setback* terjadi hanya pada perlakuan penambahan 0,5% tepung porang. Hal ini menunjukkan bahwa pati sagu dengan 0,5% tepung porang lebih mudah mengalami retrogradasi daripada perlakuan lainnya. Viskositas *final* pati sagu dengan penambahan tepung porang lebih tinggi dibandingkan dengan kolang-kaling. Hal ini menunjukkan bahwa pati sagu dengan penambahan tepung porang sebagai hidrokoloidnya memiliki kemampuan untuk membentuk gel serta kestabilan terhadap

pengadukan yang lebih baik (Faridah dan Widjanarko 2014).

Adanya penambahan hidrokoloid kolang-kaling dan tepung porang dapat memodifikasi profil pasting pati sagu dari tipe A menjadi tipe B, yaitu viskositas puncak lebih rendah dan penurunan viskositasnya selama pemanasan tidak terlalu tajam (viskositas *breakdown* lebih rendah). Pergeseran karakteristik *pasting* pati sagu ini diharapkan dapat menghasilkan karakteristik mutu mi yang lebih baik.

Viskositas *setback* juga menjadi parameter yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan pati sebagai bahan baku mi. Hal ini berkaitan dengan proses pembuatan mi pati menggunakan proses ekstrusi bertekanan yang mengandalkan proses gelatinisasi dan retrogradasi pati yang berperan dalam membentuk struktur mi yang kokoh dan homogen. Pati sagu dengan penambahan 0,5% dan 1,0% kolang-kaling ataupun porang memiliki viskositas *setback* yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, meskipun masih lebih rendah dibandingkan viskositas *setback* pati sagu alaminya. Berdasarkan hal ini, maka konsentrasi 0,5% dan 1,0% dipilih sebagai konsentrasi hidrokoloid yang akan ditambahkan pada pati sagu dalam pembuatan mi sagu.

Karakteristik mi sagu

Cooking loss dan Elongasi

Mutu pemasakan mi (*cooking loss* dan elongasi) disajikan pada Tabel 3. Jenis dan konsentrasi hidrokoloid yang digunakan berpengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap *cooking loss* dan elongasi mi sagu. *Cooking loss* mi sagu dengan penambahan hidrokoloid kolang-kaling atau tepung porang berbeda secara signifikan dengan mi sagu tanpa hidrokoloid, kecuali mi sagu dengan penambahan tepung porang 2,0% yang berbeda tidak nyata dengan mi sagu dengan penambahan bubur kolang kaling 0,5% atau 1,0%. Mi sagu tanpa penambahan bubur kolang kaling atau tepung porang memiliki nilai *cooking loss* tertinggi yaitu 13,06%. C*ooking loss* terendah dimiliki oleh mi dengan penambahan 0,5% tepung porang. Mi sagu dengan penambahan bahan hidrokoloid ini memiliki *cooking loss* yang memenuhi standar *starch noodle* dari *The Chinese Trade Standards*, yaitu ≤ 10% (Wang et al. 2015).

Penurunan *cooking loss* mi sagu dengan penambahan bubur kolang-kaling atau tepung porang terjadi karena antara molekul amilosa dan molekul hidrokoloid terbentuk ikatan yang kompleks sehingga dapat menurunkan jumlah *leaching* amilosa atau amilosa yang lepas dari granula pati sehingga padatan mi yang ikut terlarut ke dalam air saat pemasakan menjadi lebih rendah (Kaur et al. 2015). Faridah dan Widjanarko (2014) menunjukkan bahwa *cooking loss* mi terigu dengan substitusi mocaf dengan penambahan tepung porang 2,0−4,0% lebih rendah daripada mi tanpa hidrokoloid, selain itu *cooking loss* mi dari campuran mocaf, tepung beras dan tepung jagung penambahan guar gum dan CMC 2% juga lebih rendah dibandingkan mi tanpa hidrokoloid (Ratnawati dan Afifah 2018). Kaur et al. (2015) juga melaporkan bahwa penambahan guar gum dan xanthan gum dapat menurunkan *cooking loss* mi dari pati kentang, jagung dan kacang hijau.

Tabel 3 menunjukkan bahwa elongasi mi sagu dengan perlakuan penambahan hidrokoloid kolang-kaling atau tepung porang berbeda secara signifikan dengan mi sagu tanpa hidrokoloid, kecuali mi perlakuan HK1 yang berbeda tidak nyata dengan HP1. Elongasi mi sagu dengan penambahan hidrokoloid lebih tinggi dibandingkan dengan elongasi mi tanpa hidrokoloid (kontrol). Hal ini disebabkan oleh senyawa galaktomanan dan glukomanan yang terkandung di dalam kolang-kaling dan porang dapat mengikat air dan molekul pati (amilosa dan amilopektin) untuk membentuk jaringan matriks gel yang lebih kompleks sehingga tekstur mi menjadi lebih elastis (Rosida et al. 2022). Peningkatan elongasi ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan hidrokoloid menghasilkan mi sagu yang lebih elastis dan tidak mudah putus ketika dikonsumsi. Elongasi mi sagu dengan penambahan hidrokoloid juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan mi spageti komersial yaitu 246%. Sejalan dengan Ratnawati dan Afifah (2018), mi dari campuran mocaf, tepung beras dan tepung jagung dengan penambahan 2% guar gum, CMC, dan karagenan memiliki elongasi berkisar 276,27–314,31%.

Cooking loss dan elongasi mi sagu yang dihasilkan dengan penambahan hidrokoloid lebih baik dibandingkan mi sagu tanpa hidrokoloid. Perubahan profil *pasting* pati sagu alami dari tipe A ke tipe B dengan adanya penambahan hidrokoloid juga berkaitan dengan nilai *cooking loss* dan elongasi mi sagu. Penambahan hidrokoloid menurunkan viskositas puncak dan *breakdown*, sehingga pati sagu menjadi bersifat lebih stabil terhadap panas. Senyawa

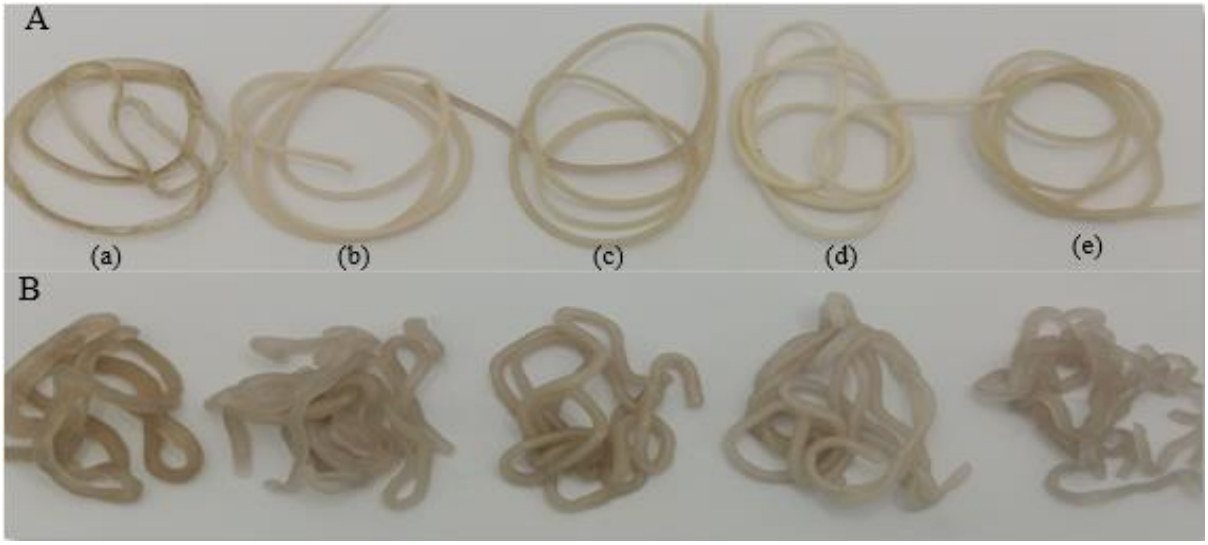
galaktomanan dan glukomanan yang bersifat *thermoirreversible* mampu membentuk gel pada suhu tinggi sehingga mempertahankan keutuhan bentuk produk saat diberi perlakuan panas (Prajapati et al. 2013; Chao et al. 2012). Kolang-kaling mengandung galaktomanan dan porang mengandung glukomanan yang banyak mengandung gugus hidrokosil yang mampu mengikat air dan membentuk struktur gel, selain itu adanya interaksi antar molekul lainnya, seperti ikatan amilosa dan amilopektin dengan hidrokoloid ataupun ikatan antar amilosa-amlosa yang menyebabkan terbentuk struktur mi yang lebih kokoh dan homogen sehingga padatan yang ikut terlarut dalam air pada saat perebusan semakin rendah serta mi menjadi lebih elastis dan tidak mudah putus (Kaur et al. 2015; Rosida et al. 2022).

Mi sagu dengan penambahan hidrokoloid tepung porang memiliki *cooking loss* dan elongasi yang lebih baik dibandingkan penambahan kolang-kaling. Hal ini berhubungan juga dengan viskositas *setback* dan *final* pati sagu dengan penambahan kolang-kaling yang lebih rendah daripada penambahan tepung porang. Rendahnya viskositas *setback* dan *final* ini diduga disebabkan oleh rasio M/G galaktomanan yang terkandung di dalam kolang-kaling yang digunakan, dimana rasio galaktosa yang lebih tinggi daripada mannosa. Jumlah galaktosa yang lebih tinggi menyebabkan kolang-kaling bersifat lebih mudah larut dalam air mudah larut dalam air namun kemampuan pembentukan gelnya lebih rendah. Hal ini disebabkan karena rantai cabang yang terlalu banyak sehingga menyebabkan sulitnya rantai mannosa untuk berinteraksi secara intermolekuler (Ihsan et al. 2022).

Tabel 3 *Cooking loss* dan elongasi mi sagu dengan penambahan bubur kolang-kaling dan tepung porang

Perlakuan	*Cooking loss* (%)	Elongasi (%)
PS	13,06±0,69^{d}	231,00±4,24^{a}
HK1	8,51±0,45^{b}	298,13±1,59^{d}
HK2	10,35±0,02^{c}	273,75±8,49^{c}
HP1	6,68±1,28^{a}	307,50±2,12^{d}
HP2	9,61±0,03^{bc}	250,50±6,36^{b}

Keterangan: Nilai menunjukkan rata-rata ± STD (n=2). Perbedaan abjad pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji *Duncan* pada $\alpha = 0,05$. PS: pati sagu 100%; HK1: kolang-kolang 0,5%, HK2: kolang-kaling 1,0%, HP1: tepung porang 0,5%, HP2: tepung porang 1,0%



Gambar 1 Mi sagu kering (A) dan setelah dimasak (matang) (B): (a) Pati sagu 100%, (b) penambahan kolang-kaling 0,5%, (c) penambahan kolang-kaling 1,0%, (d) penambahan tepung porang 0,5%, (e) penambahan tepung porang 1,0%

Tabel 4 Hasil analisis warna mi sagu dengan penambahan hidrokoloid

Parameter warna	Perlakuan				
	PS	HK1	HK2	HP1	HP2
Mi kering					
Nilai L	31,93±0,60[a]	41,79±0,18[b]	41,88±1,58[b]	54,20±0,89[c]	43,82±0,62[b]
Nilai a	0,51±0,01[a]	1,73±0,01[d]	0,77±0,04[b]	0,79±0,04[b]	0,87±0,01[c]
Nilai b	6,07±0,07[a]	7,01±0,15[c]	6,58±0,26[b]	9,18±0,08[e]	7,76±0,07[d]
Mi matang					
Nilai L	28,33±0,66[a]	37,99±1,36[b]	44,01±0,45[c]	42,73±1,91[c]	29,87±1,70[a]
Nilai a	0,23±0,06[a]	0,75±0,09[d]	0,54±0,02[c]	0,92±0,03[e]	0,39±0,04[b]
Nilai b	0,71±0,02[b]	-0,17±0,18[a]	2,61±0,07[d]	1,55±0,09[c]	-0,28±0,12[a]

Keterangan: Nilai = rerata ±SD, n=3. Perbedaan abjad pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji Duncan pada α = 0,05. PS= pati sagu 100% (kontrol), HK1= penambahan kolang-kaling 0,5%, HK2= penambahan kolang-kaling 1,0%, HP1= penambahan tepung porang 0,5%, HP2= penambahan tepung porang 1,0%

Warna

Analisis warna mi pati sagu berdasarkan parameter nilai L, a, dan b, dilakukan baik dalam keadaan kering ataupun setelah dimasak (matang). Visualisasi warna mi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi hidrokoloid yang digunakan berpengaruh signifikan ($p<0,05$) terhadap warna mi sagu disajikan pada Tabel 4. Parameter nilai L menunjukkan tingkat kecerahan mi sagu, dengan skala 0 (gelap) hingga 100 (terang). Nilai a (warna hijau-merah) dan b (warna biru-kuning), semakin tinggi (positif) nilai a dan b maka semakin tinggi intensitas warna merah dan kuning mi. Hasil analisis warna (L, a, b) pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan hidrokoloid dari kolang-kaling dan tepung porang menghasilkan mi sagu kering ataupun matang yang lebih cerah (lebih putih) dengan sedikit campuran merah dan kuning dibandingkan mi sagu tanpa hidrokoloid. Hal ini terlihat dari semakin meningkatnya nilai L serta nilai a dan b yang positif.

Penambahan hidrokoloid dari kolang-kaling dan porang menghasilkan mi sagu kering ataupun matang yang lebih putih (lebih cerah) dengan sedikit campuran merah dan kuning. Hal ini terlihat dari semakin meningkatnya nilai L serta nilai a dan b yang positif dibandingkan mi sagu tanpa hidrokoloid. Semakin tinggi konsentrasi kolang-kaling maka semakin meningkat kecerahan mi, namun pada mi kering peningkatannya tidak terjadi secara signifikan. Sementara dengan penambahan tepung porang, semakin meningkat konsentrasi tepung porang maka semakin menurun kecerahannya. Penurunan tingkat kecerahan mi kering dan matang diduga terjadi karena semakin banyak jumlah penambahan porang sehingga akan menyebabkan semakin gelapnya warna mi sagu yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh warna coklat kekuningan pada tepung porang yang ditambahkan dalam pembuatan mi (Faridah dan Widjanarko 2014).

Mi sagu kering dengan penambahan tepung porang 0,5% memiliki tingkat kecerahan tertinggi daripada perlakuan lainnya, sedangkan mi sagu matang (setelah dimasak) dengan penambahan kolang-kaling 1,0% memiliki kecerahan yang lebih tinggi daripada perlakuan penambahan tepung porang 0,5%, namun perbedaan nya tidak signifikan. Mi sagu tanpa hidrokoloid (kontrol), baik mi kering ataupun matang berwarna agak gelap keabuan dan sedikit kemerahan dan kekuningan (Gambar 1), dengan nilai kecerahan terendah dari perlakuan lainnya. Terbentuknya warna mi tersebut disebabkan karena adanya interaksi air dengan kandungan fenol pati sagu. Fenol yang tertinggal pada ekstrak pati dapat teroksidasi dengan adanya keberadaan air pada adonan mi, dimana sagu mengandung total fenol berkisar antara 2,83-42,76 mg GAE/100 g (Duque et al. 2018).

KESIMPULAN

Penambahan bubur kolang kaling atau tepung porang (0,5% dan 1,0%) berpengaruh terhadap profil pasting pati sagu, yaitu mengubah dari tipe A menjadi tipe B. Penambahan hidrokoloid menurunkan viskositas *peak*, *through*, *breakdown*, *final* dan *setback* pati sagu, dan mi sagu yang dihasilkan memiliki *cooking loss* lebih rendah dan *elongasi* yang lebih tinggi dibandingkan mi sagu tanpa hidrokoloid. Perubahan ini berpengaruh pada mutu mi sagu

yang dihasilkan, yaitu penambahan bubur kolang kaling atau tepung porang menurunkan *cooking loss* dan meningkatkan elongasi. Penambahan bubur kolang kaling atau tepung porang juga dapat meningkatkan kecerahan mi sagu, baik dalam keadaan kering ataupun setelah dimasak. Penambahan tepung porang 0,5% menghasilkan mi sagu dengan *cooking loss* terendah yaitu 6,68%, elongasi tertinggi yaitu 307,50%, dan kecerahan warna mi (lebih putih dan kekuningan) dibandingkan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

AACC. American Association of Cereal Chemist. 2009. AACC International Approved Methods of Analysis (Method 32-40, 61-02) (11th ed., pp.), St. Paul.

AOAC. Association of Official Analytical Chemist. 2012. Official methods of analysis of AOAC International, Washington DC.

Badan Standardisasi Nasional. 2013. Serpih Porang SNI 01-7939-2013. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. 2023. Pati Sagu SNI 01-3729-2023. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Abidin, N. F. S. Z., and S. Jomduang. 2019. Effect of endosperm maturity stages and processing methods on the physicochemical characteristics of arenga gum powder produced from industrial discarded sugar palm endosperms. *Food and Applied Bioscience Journal* 7(1):18–30.

Agustin, S. 2011. Kajian Pengaruh Hidrokoloid dan CaCl2 terhadap Profil Gelatinisasi Bahan Baku serta Aplikasinya pada Bihun Sukun. IPB University, Bogor.

Aryanti, N., and K. Y. Abidin. 2015. Ekstraksi glukomanan dari porang lokal (*Amorphophallus oncophyllus* dan *Amorphophallus muerelli* blume). *METANA* 11(1):21–30.

Bemiller, J. N. 2011. Pasting, paste, and gel properties of starch-hydrocolloid combinations. *Carbohydrate Polymers* 86(2):386–423.

Chao, W., X. Mei, L. Wen-ping, Q. Pei, G. Yuan-yuan, and L. Dong-sheng. 2012. Study on rheological behavior of konjac glucomannan. *Physics Procedia* 33:25–30.

Choy, A. L., B. K. May, and D. M. Small. 2012. The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethyl cellulose on the quality of instant fried noodles. *Food Hydrocolloids* 26(1):2–8.

Direktorat Jendral Perkebunan Kemenpan RI. 2022. *Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022*. Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan.

Dong, R., Q. Niu, K. Zhang, X. Hu, and Y. Bu. 2020. The effect of retrogradation time and ambient relative humidity on the quality of extruded oat noodles. *Food Science and Nutrition* 8(6):2940–2949.

Du, C., F. Jiang, W. Jiang, W. Ge, and S. kui Du. 2020. Physicochemical and structural properties of sago starch. *International Journal of Biological Macromolecules* 164:1785–1793.

Duque, S. M. M., I. J. L. Castro, and D. M. Flores. 2018. Evaluation of antioxidant and nutritional properties of sago (*Metroxylon sagu* Rottb.) and its utilization for direct lactic acid production using immobilized Enterococcus faecium DMF78. *International Food Research Journal* 25(1):83–91.

Faridah, A., and S. B. Widjanarko. 2014. Penambahan tepung porang pada pembuatan mi dengan substitusi tepung mocaf (*Modified cassava flour*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 25(1):98–105.

Ihsan, F., S. Sugiyono, and N. E. Suyatma. 2022. Karakteristik galaktomanan dari berbagai sumber dan pemanfaatannya sebagai bahan tambahan pada produk pangan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 41(1):20–30.

ISO. International Organization for Standardization. 2015. Rice–determination of amylose content - Part 2: Routine methods. International Organization for Standardization 2010 (ISO 6647-2:2015E).

Kaur, A., K. Shevkani, N. Singh, P. Sharma, and S. Kaur. 2015. Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle-making properties of potato, corn and mung bean starches. *Journal of Food Science and Technology* 52(12):8113–8121.

Kusnandar, F., M. Mutmainah, and T. Muhandri. 2020. Optimasi proses pembuatan sohun dari pati ubi banggai (*Dioscorea alata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 8(3):163–174.

Li, W., C. Shu, P. Zhang, and Q. Shen. 2011. Properties of starch separated from ten mung bean varieties and seeds processing characteristics. *Food Bioprocess Technology* 4:814–821.

Muhandri, T., Subarna, S. Koswara, B. Nurtama, D. I. Ariefianto, and D. Fatmala. 2017. Optimasi pembuatan sohun ubi jalar menggunakan ekstruder pemasak-pencetak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 28(1):36–45.

Prajapati, V. D., G. K. Jani, N. G. Moradiya, N. P. Randeria, B. J. Nagar, N. N. Naikwadi, and B. C. Variya. 2013. Galactomannan: A versatile biodegradable seed polysaccharide. *Int. J. Biol. Macromol*. 60:83– 92

Purwani, E. . Y., Widaningrum, R. Thahir, and Muslich. 2006. Effect of heat moisture treatment of sago starch on its noodle quality. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 7(1):8–14.

Ratnawati, L., and N. Afifah. 2018. Pengaruh penggunaan guar gum, *carboxymethylcellulose* (CMC) dan karagenan terhadap kualitas mi yang terbuat dari campuran mocaf, tepung beras dan tepung jagung. *PANGAN* 27(1):43–54.

Rosida, D. F., U. Sarofa, and D. Aliffauziah. 2022. Characteristics of non-gluten noodles from modified cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) and porang (*Amorphophallus oncophyllus*). *Italian Journal of Food Science* 34(1):13–23.

Shahzad, S. A., S. Hussain, A. A. Mohamed, M. S. Alamri, M. A. Ibraheem, and A. A. Abdo Qasem. 2019. Effect of hydrocolloid gums on the pasting, thermal, rheological and textural properties of chickpea starch. *Foods* 8(12).

Sitompul, A. J. W. S., and E. Zubaidah. 2017. Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible film kolang-kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 5(1):13–25.

Tam, L. M., H. Corke, W. T. Tan, J. Li, and L. S. Collado. 2004. Production of bihon-type noodles from maize starch differing in amylose content. *Cereal Chemistry* 81(4):475–480.

Wahjuningsih, B., Sudjatinah, M. N. Azkia, and D. Anggraeni. 2020. The study of sorghum (*Sorghum bicolor* l.), mung bean (*Vigna radiata*) and sago (*Metroxylon sagu*) noodles: Formulation and physical characterization. *Current Research in Nutrition and Food Science* 8(1):217–225.

Wang, D., D. C. Fan, M. Ding, P. Z. Ge, and C. Q. Zhou. 2015. Characteristics of different types of starch in starch noodles and their effect on eating quality. *International Journal of Food Properties* 18(11):2472–2486.

World Instant Noodles Association. 2023. Instant noodles demand rangking 2022. [12 Mei 2023]. https://instantnoodles.org/en/noodles/demand/table/.