

RINGKASAN

Diabetes melitus (DM) adalah suatu kelompok penyakit sistem metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi, karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Pada diabetes melitus tipe-2 tubuh manusia mengalami disfungsi sel- β pankreas atau tidak memproduksi insulin yang cukup untuk mempertahankan tingkat glukosa yang normal sehingga perlu menjaga pola makan rendah indeks glikemik (IG). Oleh sebab itu, saat ini mulai banyak pengembangan formulasi pangan yang dapat diterima secara sensori, tetapi memiliki nilai indeks glikemik lebih rendah sehingga sifat fungsionalnya lebih baik. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai IG pada produk pangan, yaitu kadar pati resisten atau *resistant starch* (RS) yang dapat menghambat daya cerna pati. Modifikasi pati secara fisik dapat menjadi salah satu alternatif metode yang cocok dan relatif aman untuk diaplikasikan pada industri makanan, karena mampu meningkatkan kandungan RS dan tidak melibatkan senyawa berbahaya ataupun reagen kimia selama pemrosesan sehingga tidak meninggalkan residu pada tepung hasil modifikasi. Beberapa hasil penelitian terdahulu menunjukkan, bahwa modifikasi pati secara fisik dengan teknik *Heat Moisture Treatment* (HMT), *auto-claving cooling* (ACC), dan *annealing* mampu meningkatkan kandungan pati resisten yang menyebabkan penurunan daya cerna. Namun, sejauh ini belum ada penelitian yang membandingkan efektivitas ketiga teknik modifikasi tersebut pada profil penempelan, tepung talas termodifikasi sebagai bahan baku pasta fungsional yang dapat menjadi alternatif makanan pokok bagi penderita diabetes. Penambahan hidrokoloid dapat digunakan sebagai thickening agent untuk memperbaiki kualitas pasta, salah satunya, yaitu glukomanan. Glukomanan mampu memperbaiki kekenyalan dan elastisitas, kapasitas penyerapan air, daya pengembangan, serta menurunkan IG serta mampu membantu memperbaiki stabilitas viskositas. Pembuatan pasta fetucini dengan substitusi tepung talas termodifikasi secara fisik mampu menghasilkan produk yang bernilai IG rendah sehingga potensial menjadi pengganti nasi putih bagi penderita DM tipe 2. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan umbi talas sebagai bahan baku

pembuatan produk fungsional berbasis bahan pangan lokal bagi penderita Diabetes Melitus (DM). Pengembangan produk fungsional ini diharapkan dapat meningkatkan nilai jual umbi talas sekaligus mendukung program diversifikasi pangan untuk mengurangi tingkat ketergantungan terhadap tepung terigu sebagai bahan pangan pengganti beras.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental, dengan rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian tahap 1, yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, yang terdiri dari 4 taraf, yaitu *native*, HMT, ANN, ACC. Rancangan yang digunakan pada penelitian tahap 2, yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor, yaitu proporsi substitusi tepung talas HMT (T) yang terdiri dari 30, 45, dan 60%; sedangkan persentase penambahan konjak glukomanan (K) terdiri dari 2 dan 4%. Kombinasi dari 3 taraf faktor proporsi substitusi tepung talas termodifikasi, dan 2 taraf persentase penambahan hidrokoloid menghasilkan 6 kombinasi perlakuan dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh sebanyak 18 unit percobaan. Variabel yang diamati pada penelitian tahap 1, yaitu sifat morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (Setiarto, 2020); profil pasta menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA) (Setiarto, 2020); serta karakteristik kimia yang meliputi kadar air dengan metode thermogravimetri (AOAC, 2012); abu dengan metode gravimetri (AOAC, 2005); protein dengan metode Kjeldahl (AOAC, 2005); lemak dengan metode soxhlet (AOAC, 2005); karbohidrat dengan metode *by difference*; daya cerna pati; pati resisten; kadar serat pangan; pati; amilosa; dan amilopektin *by difference*. Penentuan perlakuan terbaik, ditentukan oleh daya cerna pati, kadar serat pangan, dan pati resisten menggunakan metode Uji Indeks Efektivitas untuk digunakan pada penelitian tahap 2. Variabel yang diamati pada penelitian tahap 2, yaitu karakteristik fisik yang meliputi tekstur menggunakan *texture analyzer*, warna dengan *color reader*, rehidrasi, *cooking time* (Basman dan Yalcin, 2011), dan *cooking loss* (Kang *et al.*, 2017); karakteristik kimia yang meliputi kadar air; abu; protein; lemak; karbohidrat dengan metode *by difference*; serta karakteristik sensori yang dilakukan oleh 14 panelis terlatih menggunakan metode mutu hedonik yang meliputi parameter *flavour*, tekstur, warna, dan tingkat kesukaan secara keseluruhan

terhadap produk pasta fetucini, dengan skala penilaian 1-5. Penentuan formulasi pasta terbaik, ditentukan berdasarkan karakteristik sensori menggunakan Uji Indeks Efektivitas, untuk dilanjutkan pada penelitian tahap 3. Pada penelitian tahap 3, dilakukan penelitian secara *in vitro* yang meliputi, daya cerna pati; pati resisten; kadar serat pangan; serta kadar gula darah dan indeks glikemik secara *in vivo* menggunakan hewan coba.

Berdasarkan hasil penelitian, teknik modifikasi terbaik, yaitu tepung talas dengan teknik modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT), yang memiliki kadar air (8,070%); lemak (1,130%); protein (4,708%); abu (0,022%); karbohidrat (86,137%); pati (72,264%); amilosa (11,420%); amilopektin (88,58%), pati resisten (9,218%); kadar serat tak larut (8,618%); kadar serat larut (7,723%); kadar serat pangan total (9,390%); daya cerna (58,024%); grafik amilografi yang landai dan identik dengan tepung gandum; serta perubahan morfologi yang tidak signifikan. Hasil formulasi pasta terbaik, yaitu dengan substitusi tepung talas HMT 30% dan penambahan konjak glukomanan 2% (T1K1) mendapat penilaian *flavor* talas sebesar 3,524 (tidak kuat); tekstur sebesar 3,381 (agak kenyal); warna sebesar 3,738 (cokelat kekuningan); *flavor* keseluruhan sebesar 3,714 (enak), dan kesukaan keseluruhan sebesar 3,571 (enak); karakteristik tekstur yang meliputi *hardness* (21,714); *cohesiveness* (0,480); *adhesiveness* (0,672); *gumminess* (11,765); *resiliency* (0,368); *fracture* (2,459); *stringiness* (0,685); *springiness* (0,761); *crispiness* (92,568); *crunchiness* (19,463); *chewiness* (9,044); warna L* (23,277); warna a* (2,493); warna b* (6,793); rehidrasi (56,600%); *cooking time* (10 menit 45 detik); *cooking loss* (2,213%); kadar air (40,387%); abu (0,024%); lemak (2,447%); protein (7,952%); karbohidrat (49,190%), pati (44,234%); amilosa (0,219%); amilopektin (99,781%); pati resisten (2,978%); serat tak larut (4,356%); serat larut (0,353%); serat pangan total (4,709%); daya cerna (44,234%); indeks glikemik (38,203); GCR diabetik (0,031); dan GCR normal (0,042).

SUMMARY

Diabetes mellitus (DM) is a group of metabolic disorders characterized by hyperglycemia, which occurs due to abnormalities in insulin secretion, insulin action, or both. In type 2 diabetes mellitus, the human body experiences dysfunction of pancreatic β -cells or does not produce enough insulin to maintain normal glucose levels, necessitating a low glycemic index (GI) diet. Therefore, there is an increasing focus on developing food formulations that are sensory acceptable but have a lower glycemic index, thereby improving their functional properties. One factor influencing the GI value of food products is the content of resistant starch (RS), which can inhibit starch digestion. Physical starch modification can be a suitable and relatively safe alternative method for application in the food industry, as it increases RS content without involving harmful compounds or chemical reagents during processing, thus leaving no residues in the modified flour. Previous research findings indicate that physical starch modification using Heat Moisture Treatment (HMT), auto-claving cooling (ACC), and annealing techniques can increase resistant starch content, leading to reduced digestibility. However, to date, there has been no research comparing the effectiveness of these three modification techniques on the adhesion profile of modified cassava flour as a raw material for functional pasta that could serve as an alternative staple food for diabetes patients. The addition of hydrocolloids can be used as a thickening agent to improve pasta quality, one of which is glucomannan. Glucomannan can improve texture and elasticity, water absorption capacity, expansion ability, reduce the glycemic index (GI), and help improve viscosity stability. The production of fettuccine pasta using physically modified cassava flour as a substitute can produce a product with a low GI, making it a potential alternative to white rice for type 2 diabetes patients. This study was conducted as an effort to optimize the utilization of taro tubers as raw materials for the production of functional products based on local food ingredients for diabetes mellitus (DM) patients. The development of these functional products is expected to increase the market value of taro tubers while supporting food diversification programs to reduce dependence on wheat flour as a rice substitute.

This study was conducted experimentally, using the experimental design used in phase 1 of the study, namely a non-factorial completely randomized design (CRD), consisting of 4 levels, namely native, HMT, ANN, and ACC. The design used in the second phase of the study was a factorial completely randomized design (CRD) with two factors: the proportion of HMT cassava flour substitution (T), consisting of 30%, 45%, and 60%; and the percentage of konjac glucomannan (K) addition, consisting of 2% and 4%. The combination of 3 levels of the modified cassava flour substitution factor and 2 levels of hydrocolloid addition percentage resulted in 6 treatment combinations, each repeated 3 times, yielding a total of 18 experimental units. The variables observed in the first stage of the study were morphological properties using Scanning Electron Microscopy (SEM) (Setiarto, 2020); pasta profile using Rapid Visco Analyzer (RVA) (Setiarto, 2020); and chemical characteristics including moisture content using thermogravimetry (AOAC, 2012); ash content using the gravimetric method (AOAC, 2005); protein using the Kjeldahl method (AOAC, 2005); fat using the Soxhlet method (AOAC, 2005); carbohydrates using the difference method; starch digestibility; resistant starch; dietary fiber content; starch; amylose; and amylopectin using the difference method. The best treatment was determined based on starch digestibility, dietary fiber content, and resistant starch using the Effectiveness Index Test method for use in the second phase of the study. The variables observed in the second phase of the study include physical characteristics such as texture using a texture analyzer, color using a color reader, rehydration, cooking time (Basman and Yalcin, 2011), and cooking loss (Kang et al., 2017); chemical characteristics including moisture content; ash; protein; fat; carbohydrates using the difference method; and sensory characteristics assessed by 14 trained panelists using the hedonic quality method, which includes parameters such as flavor, texture, color, and overall liking for the fetucini pasta product, rated on a scale of 1–5. The determination of the best pasta formulation was based on sensory characteristics using the Effectiveness Index Test, to be continued in the third phase of the study. In the third phase, in vitro studies were conducted, including starch digestibility; resistant starch; dietary fiber content; as well as blood sugar levels and glycemic index in vivo using test animals.

Based on the research results, the best modification technique is cassava flour using the Heat Moisture Treatment (HMT) modification technique, which has the following composition: moisture content (8.070%); fat (1.130%); protein (4.708%); ash (0.022%); carbohydrates (86.137%); starch (72.264%); amylose (11.420%); amylopectin (88.58%); resistant starch (9.218%); insoluble fiber content (8.618%); soluble fiber content (7.723%); total dietary fiber content (9.390%); digestibility (58.024%); a flat amylographic profile identical to wheat flour; and no significant morphological changes. The best pasta formulation, which involved substituting 30% HMT cassava flour and adding 2% konjac glucomannan (T1K1), received a cassava flavor score of 3.524 (not strong); texture score of 3.381 (slightly chewy); color score of 3.738 (light brown); overall flavor of 3.714 (delicious), and overall preference of 3.571 (delicious); texture characteristics including hardness (21.714); cohesiveness (0.480); adhesiveness (0.672); gumminess (11.765); resilience (0.368); fracture (2.459); stringiness (0.685); springiness (0.761); crispiness (92.568); crunchiness (19.463); chewiness (9.044); color L (23.277); color a* (2.493); color b* (6.793); rehydration (56,600%); cooking time (10 minutes 45 seconds); cooking loss (2,213%); moisture content (40,387%); ash (0,024%); fat (2.447%); protein (7.952%); carbohydrates (49.190%), starch (44.234%); amylose (0.219%); amylopectin (99.781%); resistant starch (2.978%); insoluble fiber (4.356%); soluble fiber (0.353%); total dietary fiber (4.709%); digestibility (44.234%); glycemic index (38.203); diabetic GCR (0.031); and normal GCR (0.042).*