

# Pengaruh Bubur Pisang Isomaltosa-oligosakarida dan Fibercreme terhadap Kadar Glukosa dan Lipida Darah serta Profil Digesta Tikus Diabetes

Effect of Isomaltose-Oligosaccharides and Fibercreme Banana Porridge on Blood Glucose, Lipid Concentration and Digesta Profile of Diabetic Rats

**Yustinus Marsono<sup>1\*</sup>, Priyanto Triwitono<sup>1</sup>, Elisabeth Desy Arianti<sup>1</sup>, Hendrik Gunawan<sup>2</sup>, Rochmad Indrawanto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

<sup>2</sup>PT. Lautan Natural Krimerindo, Jl. Raya Mojosari-Pacet Km. 4, RT 01/RW 01, Ds. Sanggrahan, Kecamatan Kutorejo, Kabupaten Mojokerto 61383, Indonesia

\*Penulis korespondensi: Yustinus Marsono, *E-mail*: yustimar@ugm.ac.id; yustimar49@yahoo.co.id

Tanggal submisi: 9 Februari 2019; Tanggal penerimaan: 5 Februari 2020

## ABSTRAK

Serat pangan dan pati resisten dilaporkan memberikan efek menurunkan kadar glukosa dan lipida darah. Telah dikembangkan produk berupa fibercreme yang merupakan krim kaya serat pangan berupa Isomalto-oligosakarida (IMO). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggantian sukrosa sebagai pemanis bubur pisang dengan IMO dan fibercreme terhadap kadar glukosa, kolesterol dan trigliserida serum serta profil digesta pada tikus diabetes induksi STZ-NA. Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus *Wistar* jantan yang dibagi menjadi 5 kelompok masing-masing 5 ekor. Kelompok 1 merupakan Kontrol Sehat, diberi diet standar. Kelompok 2 sampai dengan 5, mendapatkan induksi diabetes dengan injeksi STZ-NA. Kelompok 2 merupakan Kelompok Sakit yang mendapatkan diet standar, kelompok 3,4, 5 diberi diet berturut-turut: Bubur pisang dengan pemanis IMO (BP+IMO), bubur pisang dengan pemanis fibercreme (BP+FC) dan bubur pisang dengan pemanis sukrosa (BP+Sukrosa). Pemberian bubur pisang masing-masing sebanyak 30% total kalori. Intervensi diet dilakukan selama 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa BP+IMO memiliki kemampuan menurunkan glukosa serum yang paling besar (56,09%) dibandingkan dengan BP+FC (47,61%) dan BP+Sukrosa (38,61%). Kecenderungan serupa juga terjadi pada penurunan total kolesterol berturut-turut sebesar 36,82%, 25,68% dan 17,86%. Tetapi, pengaruh diet tersebut pada kadar trigliserida serum paling tinggi ditunjukkan oleh diet BP-IMO (9,06%) diikuti diet BP-Sukrosa (6,47%) dan diet BP-FC (3,72%). Penggantian sukrosa dengan IMO meningkatkan berat dan kadar air digesta serta menurunkan pH, sedangkan dengan fibercreme tidak menaikkan berat dan tidak menurunkan pH digesta, tetapi menaikkan kadar air digesta.

**Kata kunci:** Bubur pisang; fibercreme; IMO; glukosa serum; kolesterol serum

## ABSTRACT

Dietary fiber and resistant starch are known to be beneficial in lowering both glucose and lipid concentration in human. Fibercreme, a fiber rich product has been developed. It is a commercial non-dairy creamer that uses various oligosaccharides such as Isomaltose-oligosaccharides (IMO) or inulin as fiber source to replace the glucose component of conventional creamer. In this study, IMO and fibercreme were used to replace sucrose of the banana porridge. Therefore, the purpose of this study was to determine porridge effects on glucose, triglyceride, serum cholesterol and digesta profile in diabetic STZ-NA induced rats. Twenty-five male *Wistar* rats were divided

into five groups and fed four different diets including the standard (KS and KN), banana porridge with sweetener IMO (BP+IMO), fibercreme (BP+FC) and (BP + Sukrosa). In these diets, porridge substituted 30% energy of the standard diet, and the intervention was conducted for 28 days. It was found that banana-IMO porridge showed the lowest decrease in serum glucose level with 56.09%, followed by banana-fibercreme (47.61%) and banana-sucrose (36.61%). Furthermore, similar trend was found in their cholesterol-lowering effects with 36.82%, 25.68% and 7.86% respectively. However, triglyceride level effects were highest in banana-IMO porridge (9.06%), followed by banana-sucrose (6.47%) and banana-fibercreme (3.72%). In addition, sucrose replacement with IMO increases weight and water content, as well as decrease caecal digesta pH. However, fibercreme increases only water content and does not decrease caecal digesta pH.

**Keywords:** Banana porridge; fibercreme; IMO; serum glucose; serum cholesterol

## PENDAHULUAN

Diabetes melitus adalah penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia kronik akibat cacat pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Berdasarkan data International Diabetes Federation pada tahun 2017 prevalensi penderita DM secara global mencapai 425 juta orang dewasa dan jumlah tersebut diperkirakan meningkat menjadi 629 juta orang pada tahun 2045 (IDF, 2017). Salah satu upaya untuk mencegah terjadinya peningkatan prevalensi DM terutama DM tipe 2 adalah dengan melakukan pengelolaan diet yang benar dan pemilihan makanan yang tepat. Makanan tinggi serat pangan dan pati resisten dipercaya dapat menurunkan glukosa darah lewat berbagai mekanisme (Marsono, 2016).

Secara fisiologis oligosakarida dan pati resisten merupakan serat pangan karena sifatnya yang tidak tercerna di dalam usus halus dan terfermentasi oleh mikroflora di dalam kolon. Oleh karena itu penambahan oligosakarida dan peningkatan pati resisten pada pangan dapat meningkatkan kadar serat pangan produk tersebut. Menurut Dupuis dkk. (2014) pati resisten (*Resistant Starch* = RS) merupakan fraksi pati yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim  $\alpha$ -amilase menjadi D-glukosa dalam usus halus namun akan difermentasi oleh mikroflora usus besar menjadi SCFA (short chain fatty acids). Terdapat lima jenis pati resisten yaitu RS1 (pati yang secara fisik terperangkap dalam matriks yang tidak dapat dicerna), RS2 (granula pati yang tahan cerna) dan RS3 (pati yang mengalami retrogradasi), RS4 yang merupakan pati termodifikasi dan RS5 yang berupa kompleks amilosa dan lipida (Almeida dkk., 2013; Lockyer dan Nugent, 2017).

Pisang merupakan salah satu jenis pangan yang kaya pati resisten. Handoyo, 2016 melaporkan kadar RS tepung pisang uter, pisang tanduk dan pisang kepok putih, berturut turut adalah 14,65%, 13,07% dan 12,72%. Peneliti di India melaporkan bahwa tepung pisang mentah mengandung total pati 73,4%, pati

resisten 17,5 % dan serat pangan 14,5% (Egbebi dan Bademosi, 2011). Di Brasilia, peneliti lain melaporkan kadar pati resisten tepung pisang mentah mencapai 40,14% (Bezerra dkk., 2013). Hal ini menunjukkan bahwa kadar pati resisten pisang dipengaruhi antara lain oleh daerah dimana pisang itu tumbuh.

*Fibercreme* adalah *creamer* tinggi serat dengan komponen utamanya berupa serat pangan larut dari oligosakarida, serta memiliki rasa *creamy* yang dapat meningkatkan sifat sensoris pada makanan ataupun minuman. Komponen utama *fibercreme* berupa oligosakarida yaitu isomaltosa oligosakarida (IMO) sebesar 61,1%. Jika dibandingkan dengan krimer lain, *fibercreme* memiliki beberapa keunggulan di antaranya ialah tinggi serat, rendah gula, dan mampu menekan rasa lapar lebih lama. Kandungan kimia *fibercreme* yaitu air 2,27%, abu 2,29%, lemak 31,1%, protein 2,3% dan oligosakarida sebanyak 61,1%. (Anonim, 2018). Marsono dkk. (2020) melaporkan bahwa substitusi selulosa dengan *fibercreme* pada pakan yang diberikan pada tikus hiperkolesterol-diabetes induksi STZ-NA dapat menurunkan kadar kolesterol, LDL, trigliserida, darah masing-masing sebanyak 46%, 43%, 15%, dan meningkatkan kadar HDL sebanyak 108% serta menurunkan kadar glukosa darah 56%.

Isomaltosa oligosakarida (IMO) merupakan polimer glukosa dengan ikatan glukosidik  $\alpha$  1-6 dalam struktur molekulnya dengan derajat polimerisasi 2-10 dengan kandungan karbohidrat berupa isomaltose, panosa, isomaltotriosa, isomaltotetraosa dan isomaltopentaosa, umumnya diperoleh dari reaksi transgalaktosilasi ensimatik dari pati (Guorineni dkk, 2018). Chockchaisawasdee dan Poosaran (2012) melaporkan bahwa IMO yang diproduksi dari tepung pisang memiliki sakarida yang terdiri dari 53% isomaltotriosa, 21% isomaltotetraosa dan 26% maltooligoheptaosa di samping oligomer lain. Isomaltose oligosakarida (IMO) merupakan salah satu jenis pemanis yang banyak digunakan dan memiliki 40% tingkat kemanisan sukrosa dan kandungan kalori sebesar 2,8 – 3,2 kkal/g.

(Chockchaisawasdeea & Poosaranb, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Bharti dkk. (2015) menyebutkan bahwa tikus diabetes yang diberi perlakuan diet dengan FOS dan IMO menunjukkan penurunan gula darah dan lipid, meningkatkan GLP-1 serta *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* di sekum dibandingkan dengan tikus tanpa diberi perlakuan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh penggantian sukrosa sebagai pemanis pada pembuatan bubur pisang dengan IMO dan *fibercreme* terhadap penurunan glukosa darah dan perubahan profil lipida serta profil digesta pada tikus Wistar diabetes induksi STZ-NA.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah pisang uter yang diperoleh dari Pasar Demangan, Yogyakarta. IMO dan *Fibercreme* dari PT. Lautan Natural Krimerindo, Mojokerto, berupa bubuk dengan kemasan kedap udara. Bahan-bahan lain seperti perisa vanili, susu bubuk skim dan sukrosa diperoleh di toko lokal di Daerah Istimewa Yogyakarta.

### Alat

Peralatan penelitian yang digunakan antara lain *cabinet dryer*, oven (Memmert), timbangan analitik (Fujitsu), spektrofotometer UV-1201 (Shimadzu, Jepang), *water bath*, *sentrifuge*, kandang tikus dan perlengkapannya dan alat-alat gelas.

### Pembuatan Tepung Pisang Uter Pratanak

Tepung pisang pratanak adalah tepung pisang yang dibuat dengan perlakuan pendahuluan berupa pengukusan sebelum dikeringkan dan ditepungkan. Pengukusan akan mengakibatkan gelatinisasi pati sehingga mencegah pencoklatan pada tepung pisang dan menghilangkan rasa berpati (*starchy taste*) produk. Cara pembuatannya pertama-tama pisang uter mentah dicuci untuk menghilangkan kotoran, lalu dikukus selama 20 menit. Kemudian pisang dikupas untuk diambil daging buahnya. Daging buah dipotong-potong dengan ketebalan 0,5 cm lalu dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* suhu 60 °C selama 16 jam. Pisang yang sudah kering digiling dan diayak 60 mesh (Valentine, 2016).

### Formula Bubur Pisang Uter

Bubur pisang uter diformulasikan berdasar penelitian Astri (2010) dengan sedikit modifikasi.

Dilakukan pencampuran bahan yaitu tepung pisang pratanak, susu skim dan pemanis (sukrosa, IMO atau *fibercreme*) dengan menggunakan metode *dry mixing*, sehingga didapatkan 3 jenis campuran bubur pisang yaitu bubur pisang sukrosa (BP+Sukrosa), bubur pisang IMO (BP+IMO) dan bubur pisang fibercreme (BP+FC). Komposisi Formula bubur pisang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi formula bubur pisang (g/100 g)

Bahan	BP + Sukrosa	BP + IMO	BP + FC
Tepung pisang pratanak	80	80	75,2
Susu skim	12,3	4,8	-
Perisa vanili	0,2	0,2	0,2
Sukrosa	7,5	-	-
IMO	-	15	-
<i>Fibercreme</i>	-	-	24,6

Keterangan: BP+Sukrosa = bubur pisang dengan pemanis sukrosa, BP+IMO = bubur pisang dengan pemanis IMO dan BP+FC = Bubur pisang dengan pemanis *fibercreme*.

### Persiapan Hewan Coba

Penelitian ini menggunakan 25 ekor tikus putih jenis *Wistar* jantan umur 2 bulan dengan berat 170-190 g/ekor yang diperoleh dari Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) UGM Yogyakarta. Tikus dibagi menjadi 5 kelompok, yaitu: Kontrol sehat, Kontrol sakit, BP+IMO (Bubur pisang dengan pemanis IMO), BP+FC (Bubur pisang dengan pemanis *fibercreme*), dan BP+Sukrosa (Bubur pisang dengan pemanis sukrosa). Tikus dipelihara dalam ruangan berventilasi cukup, dikandangkan secara individu, suhu berkisar antara 27-29 °C dan kelembaban relatif berkisar 50-60%. Penerangan diatur dengan siklus gelap-terang (12 jam gelap dan 12 jam terang). Pembersihan kandang dilakukan setiap hari. Masa adaptasi selama 3 hari, masa induksi diabetes (dengan injeksi STZ-NA) selama 3 hari dan masa intervensi selama 28 hari. Pakan diberikan secara *ad libitum*, formula pakan mengacu pada standar AIN 93 M (Reeves dkk., 1993). Komposisi formula pakan dapat dilihat pada Tabel 2. Bubur pisang dicampurkan ke dalam pakan untuk menggantikan 30% dari total kalori pakan dengan asumsi dalam praktek bubur hanya digunakan untuk menggantikan sarapan. Sisa pakan dihitung setiap hari untuk mengetahui asupan pakan.

Induksi Streptozotocin-Nicotinamide atau STZ-NA diberikan dengan konsentrasi STZ 65 mg/kg berat badan

Tabel 2. Komposisi pakan tikus kelompok STD, BP+Sukrosa, BP+IMO dan BP+FC

Bahan	STD (g)	BP+Sukrosa (g)	BP+IMO (g)	BP+FC (g)
Corn starch	620,7	81,8	422,5	476,9
Sukrosa	100	67	-	-
Serat Pangan	50	-	-	-
Casein	140	104,2	110,1	115,2
Minyak	40	40	40	5,9
Camp. Vit	10	10	10	10
Camp. Min	35	27,4	26,2	26,3
Colin b	2,5	2,5	2,5	2,5
L. Cystein	1,8	1,8	1,8	1,8
Bubur pisang sukrosa	-	367,2	-	-
Bubur pisan IMO	-	-	495,6	-
Bubur pisang Fibercreme	-	-	-	423,5
Total	1000	1001,8	1108,7	1062,1
Kalori/g	3,9	3,4	3	3,1

Keterangan: STD = pakan standar AIN93M, BP+Sukrosa = Bubur pisang dengan pemanis sukrosa, BP+IMO = Bubur pisang dengan pemanis IMO dan BP+FC = Bubur pisang dengan pemanis *fibercreme*.

dan NA 230 mg/kg berat badan. Pengambilan darah dilakukan pada awal dan setiap seminggu sekali sampai dengan minggu ke 4 (28 hari) kadar glukosa darah. Kadar total kolesterol dan trigliserida ditentukan pada awal dan akhir intervensi. Pengambilan darah dilakukan melalui pembuluh mata (*vena plexus infraorbitalis*) sebanyak  $\pm 1$  mL.

## Metode Analisis

### Penentuan glukosa darah

Glukosa ditentukan secara enzimatis menggunakan metode GOD-PAP (Barham dan Trinder, 1972). Darah tikus diambil sebanyak 1 cc melalui mata dengan menggunakan hematokrit kapiler. Sampel darah disentrifus selama 15 menit pada 4500 g untuk memperoleh serum (bagian jernih). Serum 10  $\mu$ L ditambahkan 1 ml larutan pereaksi (*4-aminophenozone dan sulphonated 2,4-dichlorophenol*), dicampurkan dan diinkubasikan selama 1 menit pada suhu 15 – 25 °C. Pengukuran absorbansi sampel pada  $\lambda$  500 nm. Kadar glukosa ditentukan dengan Persamaan 1.

$$\text{Glukosa (mg/dL)} = \frac{\text{Absorbansi}}{\text{Absorbansi standar}} \times \text{Konsentrasi standar (mg/dL)} \quad (1)$$

### Penentuan total kolesterol serum

Analisis total kolesterol serum menggunakan metode *Enzymatic colorimetric test* CHOD-PAP (Allain

dkk., 1974) dengan prinsip: kolesterol dan ester-esternya dibebaskan dari lipoprotein dengan reaksi hidrolisis oleh enzim kolesterol esterase. Kolesterol yang dihasilkan dioksidasi oleh kolesterol oksidase sehingga menghasilkan  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Selanjutnya  $\text{H}_2\text{O}_2$  direaksikan dengan 4-amino-antipyrin dan phenol oleh enzim peroksidase menghasilkan quinoneimine yang berwarna. Warna yang dihasilkan dihitung absorbansinya, kemudian dihitung konsentrasi kolesterolnya dengan Persamaan 2.

### Total kolesterol (mg/dL) = x konsentrasi standar (2) Penentuan trigliserida serum

Analisis trigliserida menggunakan metode *Enzymatic colorimetric test* GPO-PAP (Mc Gowan dkk, 1983). Prinsip dari metode ini adalah trigliserida dihidrolisis secara enzimatis menghasilkan gliserol, kemudian gliserol oleh reaksi enzimatis Glycerokinase menghasilkan Gliserol-3-phosphatase. Gliserol-3-phosphatase yang dihasilkan dioksidasi oleh Gliserol-3-phosphatase-oxidase menghasilkan  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang selanjutnya direaksikan dengan Aminoantipyrine dan 4-Cholopenol oleh enzim peroksidase menghasilkan Quinoneimine yang berwarna. Warna yang dihasilkan dihitung absorbansinya kemudian dihitung konsentrasi dengan Persamaan 3.

$$\text{Total kolesterol (mg/dL)} = \frac{\Delta \text{Abs sampel}}{\Delta \text{Abs standar}} \times \text{konsentrasi standar} \quad (3)$$

## Analisa Statistik

Analisa statistik menggunakan software SPSS 16.0. Data diekspresikan dengan rata-rata, standar error, standar deviasi, dan perbedaan signifikan rata-rata antar subgrup dievaluasi menggunakan one-way ANOVA dan *Duncan's multiple range test*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

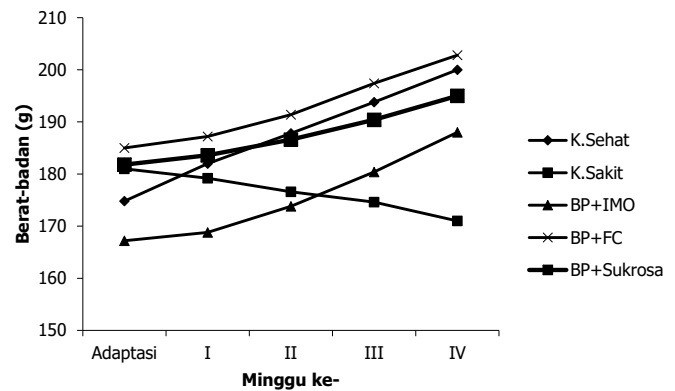
### Konsumsi Pakan

Pengamatan konsumsi pakan bertujuan untuk mengetahui asupan pakan tikus selama perlakuan dan untuk mengetahui kelompok tikus yang memiliki tingkat asupan pakan yang paling tinggi. Pada akhir percobaan terlihat total asupan pakan paling tinggi adalah kelompok sakit yaitu sebesar 13,7 g per hari dibandingkan kelompok sehat yang hanya 12,2 g per hari. Gejala peningkatan nafsu makan atau yang biasa disebut dengan *polyphagia* sangat umum dialami oleh tikus diabetes mellitus.

Menurut IDF, (2017) gejala-gejala penyakit diabetes antara lain adalah produksi urin berlebih (*polyuria*), rasa haus yang tidak berkesudahan (*polydipsia*), nafsu makan yang meningkat (*polyphagia*), urin mengandung glukosa (*glucosuria*), dan penurunan berat badan yang signifikan. Peningkatan volume urin terjadi disebabkan oleh diuresis osmotik (akibat peningkatan kadar glukosa darah atau hiperglikemik) dan adanya keton di dalam urin. Diuresis osmotik tersebut akan mengakibatkan kondisi dehidrasi, kelaparan dan shock. Gejala haus dan lapar merupakan akibat yang terjadi karena tubuh kehilangan cairan dan tubuh tidak mampu menggunakan gula dalam darah sebagai sumber energi.

### Berat Badan

Tujuan penimbangan berat badan tikus adalah untuk mengetahui pertumbuhan berat badan tikus selama intervensi. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa rata-rata berat badan tikus kelompok Kontrol Sehat, BP+IMO, BP+Fibercreme, dan BP+Sukrosa mengalami peningkatan sedangkan kelompok Kontrol Sakit mengalami penurunan. Pada tikus kontrol sehat tidak berbeda nyata dengan BP+FC dan BP+Sukrosa, namun berbeda nyata dengan Kontrol Sakit dan BP+IMO. Pada tikus yang diberi perlakuan dan Kontrol Sehat, peningkatan berat badan sebanding dengan peningkatan konsumsi pakan. Pada tikus Kontrol Sakit, kenaikan total konsumsi pakan tidak sebanding dengan berat badan tikus yang terus mengalami penurunan hingga akhir intervensi. Menurut (Albu dkk., (2010) pada penderita diabetes melitus terdapat masalah dalam metabolisme gula sebagai akibat dari gangguan kerja insulin. Tubuh



Gambar 1. Berat badan tikus selama intervensi pada 5 kelompok tikus (K.sehat = Kontrol Sehat, K. Sakit = Kontrol Sakit, BP+IMO = Bubur Pisang dengan pemanis IMO, BP+FC = Bubur Pisang dengan pemanis fiber crème, BP+Sukrosa= Bubur Pisang dengan pemanis sukrosa

tidak mampu menggunakan gula dalam darah sebagai sumber energi, maka untuk mencukupi kebutuhan energinya tubuh memecah protein untuk menghasilkan asam amino dan menggunakan asam amino tersebut untuk sintesis glukosa (glukoneogenesis). Pada saat yang bersamaan juga terjadi pemecahan lemak sebagai sumber energi. Akibat dari pemecahan protein dan lemak tubuh akan mengalami penurunan berat badan. Pada tikus kelompok BP+IMO, BP+FC dan BP+Sukrosa tidak terjadi penurunan berat badan karena pada kelompok-kelompok ini pemberian pakan intervensi dapat menekan atau mencegah diabetes sebagaimana ditunjukkan oleh data kadar glukosa darah pada Gambar 2.

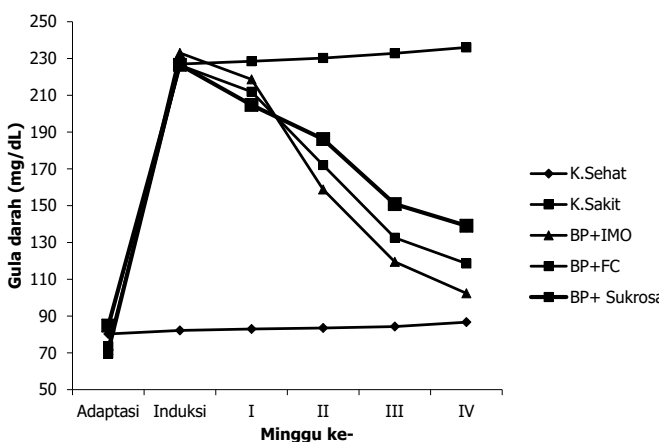
### Efisiensi Pakan

Untuk mengetahui efisiensi asupan pakan dalam peningkatan berat badan dilakukan perhitungan efisiensi pakan. Dari perhitungan berdasar asupan pakan dan pertambahan berat badan tikus didapat bahwa efisiensi pakan kontrol sehat sebesar 7,72%. Pada kelompok BP+IMO sebesar 5,77% dan BP+FC sebesar 5,03% dimana kedua kelompok tersebut tidak berbeda nyata dan BP+sukrosa lebih rendah yaitu 3,64%. Kontrol Sakit dan Kontrol Sehat masing-masing -2,80% dan 7,72%. Angka negatif pada Kontrol Sakit artinya efisiensi pakan kelompok tersebut mengalami penurunan. Penurunan efisiensi pakan berarti peningkatan jumlah konsumsi pakan tidak diikuti dengan peningkatan berat badan tetapi justru terjadi penurunan berat badan. Penurunan berat badan terjadi karena tubuh tidak mampu menggunakan glukosa yang ada di dalam darah sebagai sumber energi, sehingga protein dan lemak di dalam jaringan digunakan sebagai sumber energi.

## Glukosa Darah

Diabetes melitus adalah sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia kronik akibat cacat pada sekresi insulin atau kerja insulin. Pada penelitian ini dilakukan analisa gula darah yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pakan intervensi terhadap perubahan kadar gula darah. Pakan intervensi yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari bubur pisang uter yang tinggi *resistant starch* serta pemanis yang berasal dari isomaltosa-oligosakarida dan fiber crème.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa sebelum diinduksi diabetes, semua tikus menunjukkan kadar glukosa normal yaitu dibawah 90 mg/dL. Setelah diinduksi diabetes dengan injeksi STZ-NA, kadar glukosa darah pada Kontrol Sakit dan kelompok perlakuan mengalami kenaikan hampir 300% hingga diatas 200 mg/dL. Kenaikan kadar glukosa darah tersebut menunjukkan bahwa induksi STZ-NA berhasil membuat tikus mengalami diabetes mellitus. Pada saat penelitian tikus yang diinduksi juga mengalami *polyuria* dimana produksi urin berlebih. Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan yang paling efisien untuk penurunan glukosa darah adalah BP+IMO yang mengakibatkan penurunan kadar glukosa darah sebanyak 56,09%. Pada Kontrol Sehat terjadi peningkatan sebanyak 5,47% dan tidak berbeda signifikan dengan Kontrol Sakit yang mengalami peningkatan sebanyak 3,99%. Pada BP+FC mengalami penurunan sebanyak 47,61% dan BP+sukrosa mengalami penurunan sebanyak 38,61%. Penurunan kadar glukosa darah BP+IMO tertinggi jika dibandingkan dengan kelompok lain. Hal tersebut karena IMO yang ditambahkan pada bubur pisang uter mengandung serat



Gambar 2. Rata-rata glukosa darah tikus selama intervensi pada 5 kelompok tikus (K. Sehat = Kontrol Sehat, K. Sakit = Kontrol Sakit, BP+IMO = Bubur Pisang dengan pemanis IMO, BP+FC = Bubur Pisang dengan pemanis fiber crème, BP+Sukrosa= Bubur Pisang dengan pemanis sukrosa)

pangan berupa Isomaltosa-oligosakarida. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bharti dkk., (2015) bahwa tikus diabetes yang diberi perlakuan diet dengan FOS dan IMO menunjukkan penurunan gula darah dan lipid, meningkatkan GLP-1 serta *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* di sekum dibandingkan dengan tikus tanpa diberi perlakuan.

Bubur pisang uter juga mengandung *resistant starch* (RS) yang berasal dari tepung pisang uter pratanak. Penelitian mengenai penurunan gula darah pada tikus diabetes mellitus yang terjadi karena konsumsi serat dan RS juga dilakukan oleh Zhou dkk. (2014) yang menunjukkan bahwa RS dapat mengatur metabolisme gula darah dan menurunkan kadar glukosa darah tikus diabetes. RS sangat lambat dicerna sehingga dapat mengontrol kenaikan gula darah, terutama untuk penderita diabetes. Makanan yang mengandung RS yang tinggi memiliki kemampuan untuk melepaskan glukosa secara perlahan, oleh karena itu tubuh menghasilkan insulin yang rendah (Lockyer dan Nugent, 2017). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Johnston dkk., (2010) konsumsi RS mampu meningkat sensitivitas insulin pada subjek dengan sindrom metabolik.

## Trigliserida dan Total Kolesterol

Tabel 3 menunjukkan kandungan trigliserida kelompok tikus yang diinduksi STZ-NA pada awal perlakuan mempunyai perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan kontrol sehat. Setelah masa perlakuan selama 28 hari diperoleh data bahwa terdapat penurunan kadar trigliserida pada kelompok yang diberi perlakuan bubur pisang.

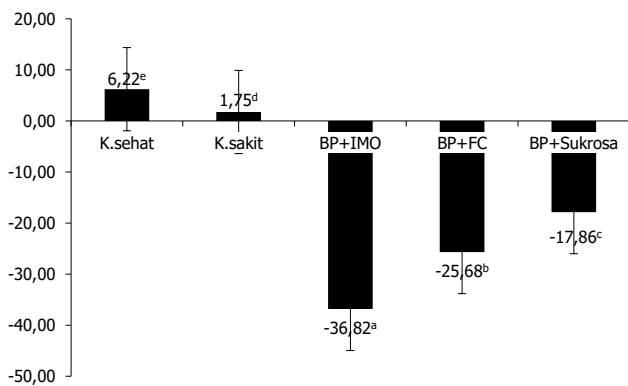
Jika dibandingkan dengan awal perlakuan, kandungan trigliserida pada kelompok BP+IMO menurun sebanyak 36,82%, BP+FC menurun sebanyak 25,68% dan BP+sukrosa menurun sebanyak 17,86%. Pada kelompok kontrol sehat dan kontrol sakit kandungan trigliserida mengalami kenaikan sebanyak 6,22% dan 1,75% (Gambar 3).

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pada awal perlakuan, kelompok tikus Kontrol Sakit, BP+IMO, BP+FC, dan BP+sukrosa memiliki kandungan kolesterol darah yang berbeda signifikan dengan kontrol sehat. Tikus yang diinduksi diabetes memiliki kadar kolesterol darah yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol sehat. Setelah 28 hari perlakuan, kadar kolesterol tikus mengalami penurunan. Jika dibandingkan dengan awal perlakuan, kandungan kolesterol pada kelompok BP+IMO menurun sebanyak 9,06%, BP+FC menurun sebanyak 3,72% dan BP+sukrosa menurun sebanyak 6,47%. Pada kontrol sehat mengalami peningkatan sebesar 7,70% dan kontrol sakit mengalami peningkatan kolesterol sebesar 1,08%.

Tabel 3. Trigliserida dan total kolesterol tikus yang mendapat pakan Standar, bubur pisang dengan pemanis IMO (BP+IMO), bubur pisang dengan pemanis fibercreme (BP+FC) dan bubur pisang dengan pemanis sukrosa (BP+sukrosa) selama 28 hari intervensi

Kelompok	Trigliserida (mg/dL)		Total kolesterol (mg/dL)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Kontrol sehat	65,30 ± 1,19 <sup>a</sup>	69,36 ± 1,02 <sup>a</sup>	96,85 ± 3,11 <sup>a</sup>	104,31 ± 1,81 <sup>a</sup>
Kontrol sakit	122,05 ± 0,73 <sup>c</sup>	124,19 ± 1,06 <sup>e</sup>	139,83 ± 1,18 <sup>b</sup>	141,34 ± 1,73 <sup>d</sup>
BP+IMO	118,57 ± 1,03 <sup>bc</sup>	74,91 ± 1,08 <sup>b</sup>	139,72 ± 1,08 <sup>b</sup>	127,06 ± 0,61 <sup>b</sup>
BP+FC	117,31 ± 1,72 <sup>b</sup>	87,19 ± 0,77 <sup>c</sup>	140,05 ± 1,38 <sup>b</sup>	134,84 ± 1,38 <sup>c</sup>
BP+Sukrosa	120,00 ± 1,40 <sup>bc</sup>	98,57 ± 0,81 <sup>d</sup>	139,17 ± 1,81 <sup>b</sup>	130,17 ± 1,25 <sup>b</sup>

Keterangan: notasi yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p < 0,05$ )



Gambar 3. Rata-rata perubahan trigliserida selama intervensi pada 5 kelompok tikus (K. Sehat = Kontrol Sehat, K. Sakit = Kontrol Sakit, BP+IMO = Bubur Pisang dengan pemanis IMO, BP+FC = Bubur Pisang dengan pemanis fiber crème, BP+Sukrosa= Bubur Pisang dengan pemanis sukrosa)

Menurut Zhou dkk. (2014) pada penyakit diabetes umumnya disertai dengan adanya gejala kolesterol tinggi. Serat pangan dan pati resisten dipercayai dapat menurunkan kolesterol lewat beberapa mekanisme. Salah satu mekanisme penurunan kolesterol oleh serat pangan adalah bahwa serat pangan dapat mengikat empedu sehingga jumlah empedu yang diresirkulasi ke liver berkurang, kondisi ini mendorong liver untuk melakukan sintesis empedu dengan bahan dasar kolesterol (Yuanita dan Sanjaya, 2011). Peneliti yang sama juga menyebutkan bahwa mekanisme lain yang cukup penting adalah kemampuan serat pangan untuk menghambat absorpsi kolesterol karena sifatnya yang viskous. Di samping itu terkait dengan hasil fermentasi serat pangan, asam propionat yang merupakan salah satu SCFA hasil fermentasi serat pangan dapat menurunkan kolesterol karena propionat dapat menghambat aktivitas enzim HMGCoA reduktase sehingga sintesis kolesterol terhambat. Pati resisten juga dapat menurunkan kolesterol dengan mekanisme yang mirip dengan serat

pangan yaitu karena sifat viskous pati resisten dan hasil fermentasinya (Marsono, 2016). Dalam penelitian ini kemampuan menurunkan kolesterol oleh diet BP+FC maupun BP+IMO kemungkinan disebabkan oleh dua hal yaitu kandungan serat BP+ FC dan BP+IMO yang tinggi, serta kadar RS pada bubur pisang. Tingginya kadar serat pangan pada BP+FC maupun BP+IMO disebabkan oleh penambahan fibercreme yang merupakan krimer tinggi serat serta IMO yang merupakan oligosakarida. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa fibercreme dan IMO yang ditambahkan pada diet tikus untuk menggantikan serat pangan dapat menurunkan total kolesterol, LDL kolesterol dan trigliserida masing-masing 84,2 mg/dL (46%), 31,69 mg/dL (43%), 18,9 mg/dL (15%), serta menaikkan level HDL kolesterol dari 24,1 mg/dL menjadi 50,2 mg/dL (108%) (Marsono dkk., 2020). Penurunan kolesterol oleh pati resisten kemungkinan disebabkan oleh sifat pati resisten yang viskous sehingga dapat menghambat absorpsi kolesterol.

Trigliserida secara fisik memiliki sifat yang mirip dengan kolesterol. Penurunan trigliserida oleh BP+FC dan BP+IMO kemungkinan disebabkan oleh sifat fisik bubur pisang yang viskous. Viskositas yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penghambatan absorpsi. Agak berbeda dengan pada kolesterol, pada penurunan trigliserida BP+FC lebih kecil daripada bubur pisang sukrosa (Gambar 4). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya kadar lemak pada fibercreme. *Fibercreme* memiliki kadar air 2,85%; kadar abu 2,64%, kadar protein 2,75% dan kadar lemak 31% (Anonim, 2018).

### Profil Digesta

Profil digesta dapat digunakan untuk mengevaluasi efek konsumsi serat pangan. Sifat serat pangan yang memiliki kemampuan pengikatan air ( $WHC = \text{water holding capacity}$ ) yang besar dapat berdampak meningkatkan kadar air digesta sehingga digesta bersifat ruah. Karena serat pangan tidak tercerna maka konsumsi

Tabel 4. Profil digesta tikus yang mendapat pakan standar, bubur pisang dengan pemanis IMO (BP+IMO), bubur pisang dengan pemanis fibercreme (BP+FC) dan bubur pisang dengan pemanis sukrosa (BP+sukrosa) selama 28 hari intervensi

Kelompok	Berat % db (g)	Kadar air (%)	pH
Kontrol sehat	5,82 ± 1,20 <sup>b</sup>	83,10 ± 1,01 <sup>c</sup>	6,42 ± 0,01 <sup>a</sup>
Kontrol sakit	4,45 ± 0,19 <sup>ab</sup>	45,16 ± 1,39 <sup>a</sup>	6,83 ± 0,03 <sup>c</sup>
BP+IMO	5,49 ± 0,19 <sup>ab</sup>	71,73 ± 2,47 <sup>b</sup>	6,38 ± 0,01 <sup>a</sup>
BP+FC	3,76 ± 0,19 <sup>ab</sup>	64,89 ± 2,25 <sup>b</sup>	6,52 ± 0,03 <sup>b</sup>
BP+Sukrosa	3,01 ± 0,19 <sup>a</sup>	50,47 ± 4,96 <sup>a</sup>	6,50 ± 0,02 <sup>b</sup>

Keterangan: notasi yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

serat pangan juga dapat meningkatkan jumlah atau berat digesta (Nielsen dkk., 2014). Tabel 4 menunjukkan bahwa berat digesta pada tikus yang mendapatkan diet standar dan diet BP+IMO dan BP+FC tidak berbeda nyata. Tetapi yang mendapatkan BP+sukrosa berat digesta lebih rendah. Hal ini menggambarkan bahwa penambahan sukrosa pada bubur pisang menurunkan berat digesta. Berat digesta dipengaruhi oleh jumlah serat pangan dan mikroflora dalam digesta. Pada diet bubur pisang sukrosa jumlah serat pangan lebih rendah dari pada BP+IMO maupun BP+FC, karena pada kedua bubur tersebut ditambahkan IMO yang merupakan serat pangan atau fibercreme yang juga kaya serat pangan. Jadi rendahnya berat digesta pada kelompok bubur pisang sukrosa disebabkan karena kandungan serat pangannya lebih rendah, yang berarti ketersediaan substrat bagi bakteri juga lebih rendah sehingga akan berakibat jumlah bakteri juga lebih rendah. Hal tersebut juga akan mengakibatkan berat digesta lebih rendah.

Berat digesta yang lebih rendah pada diet bubur pisang sukrosa juga berkaitan dengan kadar airnya. Pada Tabel 4 terlihat bahwa kadar air digesta tikus yang mendapatkan diet BP+sukrosa lebih rendah dari pada BP+IMO maupun BP+FC, hal ini masuk akal karena kadar serat pangan BP+IMO dan BP+FC lebih tinggi dari pada BP+Sukrosa. Kemampuan mengikat air (WHC) yang tinggi dari serat pangan mengakibatkan tingginya kadar air digesta. Yang menarik untuk didiskusikan adalah kadar air digesta pada kelompok kontrol sakit yang jauh lebih rendah dibanding kelompok lain. Kelompok kontrol sakit mendapatkan diet standar dan diinduksi diabetes. Jadi kondisi kelompok ini adalah sakit diabetes. Pada kondisi diabetes terjadi polyurea (IDF, 2017) sehingga banyak air dalam tubuh diabsorpsi dan selanjutnya dikeluarkan dalam bentuk air kencing sehingga jumlah air

didalam kolon menjadi turun berakibat kadar air digesta rendah. Fermentasi serat pangan menghasilkan SCFA (Short Chain Fatty Acid) akan berefek pada penurunan pH. Pada penelitian ini bila dilihat pada kelompok tikus yang mendapatkan diet bubur pisang, terlihat bahwa pH terendah ditunjukkan pada diet BP+IMO, hal ini logis karena dilihat dari kandungan seratnya diet ini paling banyak mengandung serat pangan yang bersumber dari IMO. Namun pada diet BP+FC dan bubur pisang sukrosa meskipun memiliki kandungan serat yang berbeda ternyata pH nya tidak berbeda nyata.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa bahwa bubur pisang dengan pemanis IMO memiliki kemampuan menurunkan gula darah yang paling besar (56,09%) dibandingkan dengan bubur pisang dengan pemanis fiber crème (47,61%) dan sukrosa (38,61%). Kecenderungan serupa juga terjadi pada penurunan total kolesterol berturut-turut sebesar 36,82%, 25,68% dan 17,86%. Sedangkan terhadap trigliserida, diet yang diberikan mampu menurunkan kadar trigliserida berturut turut sebesar 9,06%, 3,72%, dan 6,47%. Penggantian sukrosa dengan IMO meningkatkan berat dan kadar air digesta serta menurunkan pH, sedangkan dengan fibercreme tidak menaikkan berat dan tidak menurunkan pH digesta, tetapi menaikkan kadar air digesta.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT. Lautan Natural Krimerindo Tbk., atas bantuan dana penelitian yang diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak Yulianto atas bantuannya dalam pemeliharaan hewan coba dan bapak Nuryanto atas bantuannya dalam analisis sampel.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan diantara penulis atau dengan pihak lain.

## DAFTAR PUSTAKA

Albu, J. B., Heilbronn, L. K., Kelley, D. E., Smith, S. R., Azuma, K., Berk, E. S., Pi-Sunyer, F. X., Ravussin, E., & Adipose, A. (2010). Metabolic Changes Following a 1-Year Diet and Exercise Intervention in Patients with Type 2. *Diabetes*, 59(March), 627–633. <https://doi.org/10.2337/db09-1239>.



- Allain, C. C., Poon, L. S., Chan, C. S. G., Richmond, W., & Fu, P. C. (1974). Enzymatic Determination of Total Serum Cholesterol, *Clinical Chemistry* 20(4), 470–475. <https://doi.org/10.1093/clinchem/20.4.470>
- Almeida, E. L., Chang, Y. K., & Steel, C. J. (2013). LWT - Food Science and Technology Dietary fibre sources in bread : Influence on technological quality. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2), 545–553. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.012>
- Anonim. (2018). Product Specification of Fibercreme. PT Lautan Natural Krimerindo. Mojokari, Indonesia
- Astri, Y. (2010). Formulasi dan Evaluasi Sifat Produk Untuk Penderita Diabetes Berbasis Tepung Kacang Merah. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Barham, B. Y. D., & Trinder, P. (1972). An Improved Colour Reagent for the Determination of Blood Glucose by the Oxidase System. *Analyst*, 1972, 97, 142–145.
- Bezerra, C. V., Rodrigues, A. M. D. C., Amante, E. R., & Silva, L. H. M. D. (2013). Nutritional Potential of Green Banana Flour Obtained by Drying in Spouted Bed. *Rev. Bras. Frutic*, 1140–1146.
- Bharti, S. K., Krishnan, S., Kumar, A., Gupta, A. K., Ghosh, A. K., & Kumar, A. (2015). Mechanism-based antidiabetic activity of Fructo- and isomalto-oligosaccharides: Validation by in vivo, in silico and in vitro interaction potential. *Process Biochemistry*, 50(2), 317–327. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2014.10.014>
- Chockchaisawasdee, S & Poosaran, N. (2012). Production of isomaltooligosaccharides from banana flour. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 93, 180-186. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5747>
- Dupuis, J. H., Liu, Q., & Yada, R. Y. (2014). Methodologies for Increasing the Resistant Starch Content of Food Starches : A Review, 13, 1219–1234. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12104>
- Egbebi A O & Bademosi T A. (2011). Chemical compositions of ripe and unripe banana and plantain. *International Journal of Tropical Medicine and Public Health* 1(1), 10-15.
- Gourineni, V., Steawrt, M.L., Icoz, D. & Zimmer, J.P. (2018). Gastrointestinal Tolerance and Glycemic Response of Isomaltooligosaccharides in healthy adults. *Nutrients* 10 (3), 301. Published on line 2018 Mar 3. Doi: 10.3390/nu10030301. PMID:PMC5872719, PMID: 29510490.
- Handoyo, M.A.P. (2016). Pengaruh Varietas Pisang Terhadap Kadar Pati Resisten (RS) serta Efek Hipoglikemik Tepung Pisang Tinggi RS pada Tikus Diabetes Induksi STZ-NA. *Thesis*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- IDF (International Diabetes Federation). (2017). IDF Diabetes Atlas 8th edition. Online version of IDF Diabetes Atlas. [www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org)
- Johnston, K. L., Thomas, E. L., Bell, J. D., Frost, G. S., & Robertson, M. D. (2010). Original Article : Metabolism Resistant starch improves insulin sensitivity in metabolic syndrome, (February 2018). <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2010.02923.x>
- Lockyer, S. & Nugent, A.P. (2017). Health effects of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, 42(1), 10-41. <https://doi.org/10.1111/nbu.12244>
- Marsono, Y. (2016). The role mechanism of resistant starch (RS) in reducing plasma glucose concentration. *Proceeding International Food Conference 2016: Innovation of food technology to improved security and health*. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, 20-21 October 2016.
- Marsono, Y., Putri, R. G., & Arianti, E. D. (2020). Research Article The Effects of Replacement of Dietary Fiber with FiberCreme™ on Lowering Serum Glucose and Improvement of Lipid Profile in Hypercholesterolemia-Diabetic Rats and Its Mechanism. *Pakistan Journal of Nutrition*, 19(4), 204-211. <https://doi.org/10.3923/pjn.2020.204.211>
- Mc Gowan M.W., Artiss J.D., & Stanbergh R.Z. (1983). A peroxidase Copled Methods for the Colorimetric Determination of Serum Triglycerides. *Clinical Chemistry*, 29, 538-542. <https://doi.org/10.1093/clinchem/29.3.538>
- Nielsen, T.S., H.N Lærke, P.K. Theil, J.F. Sorensen, M. Saarinen, S. Forssten & K.E.B Knudsen. (2014). Diet high in resistant starch and arabinoxylan modulate digestion processes and SCFA pool size in the large intestine and faecal microbial composition in pigs. *British Journal of Nutrition*, 112, 1837-1849. <https://doi.org/10.1017/S000711451400302X>
- Reeves, P.G., F. H. Nilson, & G. C. Fahey. (1993). Purified Diet for Laboratory Rodents: Final Report Of The American Institute Of Nutrition Ad Hoc Writing Committee On The Reformulation Of AIN-76 A Rodent Diet. *Journal Nutrition*, 123, 1939-1951. <https://doi.org/10.1093/jn/123.11.1939>
- Valentine. (2016). Pengaruh konsentrasi Na-CMC (*Natrium-Carboxymethyl Cellulose*) terhadap karakteristik cookies tepung pisang kapok putih (*Musa paradisiaca* L.) pregelatinisasi. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Widya Mandala Surabaya.
- Yuanita, L., & Sanjaya, I. G. M. (2011). The Binding of Cholic Acid by Hemicellulose and Pectin of Yard-Long Bean [ *Vigna sesquipedalis* ( L .) Fruhw ]. *Journal of Food Science and Engineering* 1, 348–353.
- Zhou, Z., Wang, F, Ren, X.C., Wang, Y., & Blanchard, C. (2015). Resistant starch manipulated hyperglycemia / hyperlipidemia and related genes expression in diabetic rats. *International Journal of Biological Macromolecules*, 75, 316-321. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.01.052>