

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Karakteristik Subjek Penelitian

Responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah dewasa sehat sebanyak 12 orang yang berusia 18—30 tahun yang tidak memiliki Riwayat DM, GDP  $\leq$  100 mg/dl, tidak merokok, tidak mengonsumsi obat-obatan yang dapat memengaruhi glukosa darah, dalam keadaan sehat, tidak hamil, dan menyusui. Karakteristik subjek penelitian disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4 Karakteristik Subjek Penelitian**

<b>Parameter</b>	<b>Mean <math>\pm</math> SD</b>	<b>Minimum</b>	<b>maximum</b>
<b>Usia (tahun)</b>	21.33 $\pm$ 0.77	20	23
<b>Berat badan (kg)</b>	59.62 $\pm$ 7.41	48	72
<b>Tinggi badan</b>	161.25 $\pm$ 7.28	151.5	172
<b>IMT (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22.85 $\pm$ 1.54	20.5	24.9

Sumber: Data Primer

Berdasarkan data yang diperoleh, Rerata usia seluruh responden adalah 21.33  $\pm$  0.77 dan usia tersebut masuk ke dalam kategori usia dewasa awal (Johnson *et al.*, 2015). Data lain yang diperoleh adalah data pengukuran antropometri meliputi berat badan (BB), tinggi badan (TB), dan IMT. Perhitungan IMT digunakan untuk mengetahui status gizi seseorang. Penentuan status gizi menggunakan IMT hanya bisa diaplikasikan pada orang dewasa, hal ini disebabkan orang dewasa dianggap sudah tidak mengalami pertumbuhan seperti pada anak-anak. Perhitungan IMT terdiri dari BB (kg) dibagi dengan TB (m) pangkat dua. Rerata BB subjek penelitian sebesar 59.62  $\pm$  7.41 kg dan rerata TB subjek sebesar 161.25  $\pm$  7.28 cm. Rerata IMT subjek penelitian 22.85  $\pm$  1.53 kg/m<sup>2</sup>. Hasil perhitungan rerata IMT menunjukkan seluruh status gizi responden masuk dalam ketagori normal sesuai kriteria kemenkes, yaitu 18,5—25,0 kg/m<sup>2</sup>. Menurut Adnan

*et al.*, (2013) IMT seseorang memiliki hubungan dengan kadar glukosa darah, semakin tinggi IMT seseorang maka semakin tinggi pula kadar gula darahnya. Seseorang dengan IMT lebih atau obesitas memiliki jaringan lemak berlebih yang akan menyebabkan resistensi insulin sehingga menyebabkan penyerapan glukosa dalam darah ke dalam sel kurang maksimal. Penyerapan yang kurang maksimal akan menjadikan glukosa dalam darah lebih tinggi dari normal (Harahap *et al.*, 2020).

#### IV.2 Respon Glukosa Darah Setelah Intervensi

Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan untuk mengetahui kenaikan kadar glukosa darah setelah pemberian intervensi. Pemeriksaan glukosa darah dilakukan dengan menggunakan metode *finger prick* dan alat *glucometer*. Metode tersebut mudah digunakan karena kadar glukosa darah dapat segera diketahui sesaat setelah pengukuran dan hanya membutuhkan sedikit sampel darah (Sumirat, 2017). Setiap kelompok intervensi diberikan makanan isokalori yaitu makanan dengan bahan makanan dan komposisi yang sama untuk 3 hari yang berbeda dengan periode *washout* 1 minggu.

**Tabel 5 Kandungan Gizi Makanan Yang Dikonsumsi Responden**

<b>Bahan Makanan</b>	<b>Berat (g)</b>	<b>Energi (g)</b>	<b>Protein (g)</b>	<b>Lemak (g)</b>	<b>Karbohidrat (g)</b>	<b>Serat (g)</b>
Nasi	100	180	3	0.3	39.8	0
Ayam	40	119	7.28	10	0	0.2
Wortel	25	12	0.625	0.28	2	0.25
Kol	25	6	0.475	0.08	1.25	0.85
Kembang kol	25	9	0.25	0.15	1.98	0.4
Buncis	25	8	0.6	0.08	1.8	0.48
<b>Total</b>	<b>240</b>	<b>334</b>	<b>12.23</b>	<b>10.875</b>	<b>46.825</b>	<b>2.18</b>

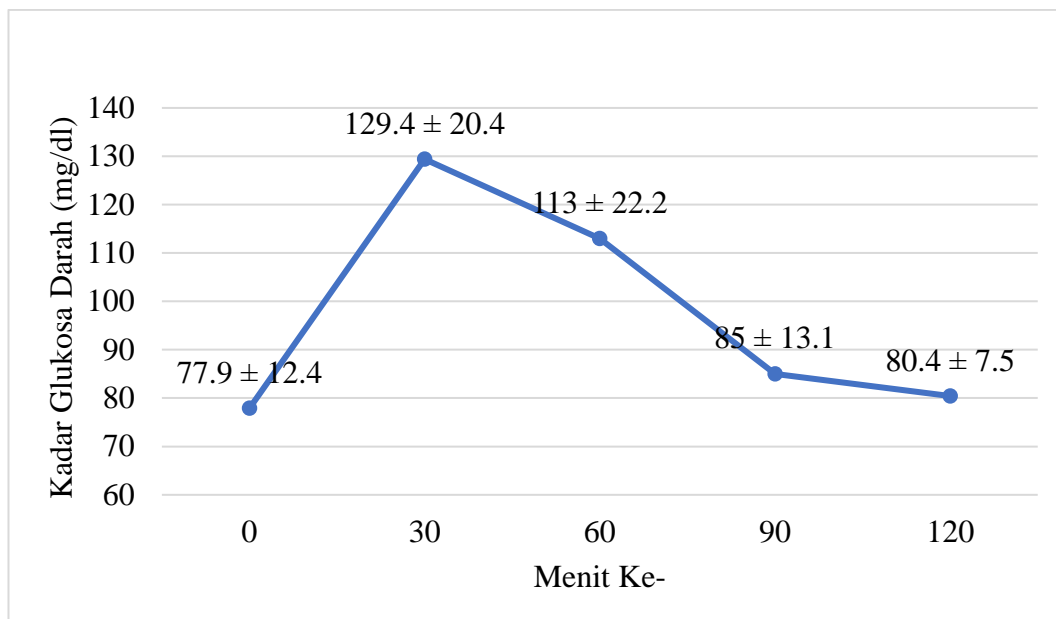
Makanan yang dikonsumsi oleh responden terdiri atas dada ayam panggang (40 gram) sebagai sumber protein, nasi (100 gram) sebagai sumber karbohidrat, dan

gabungan sayur wortel, kol, kembang kol, dan buncis (100 gram) sebagai sumber sayuran. Komposisi gizi pada makanan yang diberikan adalah 334 kkal, 12 g protein, 10 g lemak, 46 g karbohidrat dan 2 g serat. Kandungan gizi dihitung berdasarkan data dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI, 2017).

Pemberian bahan makanan nasi, ayam, dan sayuran berdasarkan pola konsumsi masyarakat Indonesia sehari-hari. Di Indonesia, nasi merupakan sumber karbohidrat utama yang dikonsumsi dalam sehari-hari. Dalam kelompok protein, daging ayam merupakan penyumbang kalori dan protein terbesar berdasarkan rerata konsumsi per kapita di Indonesia (BPS, 2022). Sayuran diberikan karena masyarakat Indonesia lebih sering mengonsumsi sayuran dalam sehari-hari dibandingkan mengonsumsi buah-buahan (Hermina dan Prihatini, 2016). Porsi setiap bahan makanan disesuaikan dengan 1 porsi penukar yang tertulis pada DBMP. Hal ini juga sesuai dengan porsi ideal sarapan, yaitu 15% dari kebutuhan harian total (2250 kkal) pada usia 19—29 tahun (AKG, 2019).

#### **IV.2.1 Respon Glikemik Setelah Konsumsi Karbohidrat Sebelum Gabungan Sayuran dan Protein (Kelompok 1)**

Pada setiap intervensi, responden diminta berpuasa selama minimal 10 jam (22.00-08.00) sebelum dilakukan pengukuran GDP. Pemeriksaan GDP dilakukan pada pukul 08.00 WIB dan didapatkan rata-rata glukosa darah menit ke-0 pada intervensi pertama adalah  $76,4 \pm 14,4$ . Berdasarkan PERKENI (2021) gula darah puasa  $<100$  mg/dl masuk ke dalam kategori normal. Setelah pengukuran GDP, responden diminta untuk mengonsumsi nasi yang harus dihabiskan dalam waktu 10 menit. Setelah itu, responden diberi jeda waktu 10 menit. Terakhir dilanjutkan dengan mengonsumsi gabungan sayuran dan ayam panggang yang harus dihabiskan dalam waktu 10 menit. Karbohidrat yang diberikan adalah 100 gram nasi putih dengan total kalori 180 kkal, 3 g protein, 0.3 g lemak, dan 39.8 g karbohidrat.



**Gambar 5 Kurva Respon Glikemik Kelompok 1**

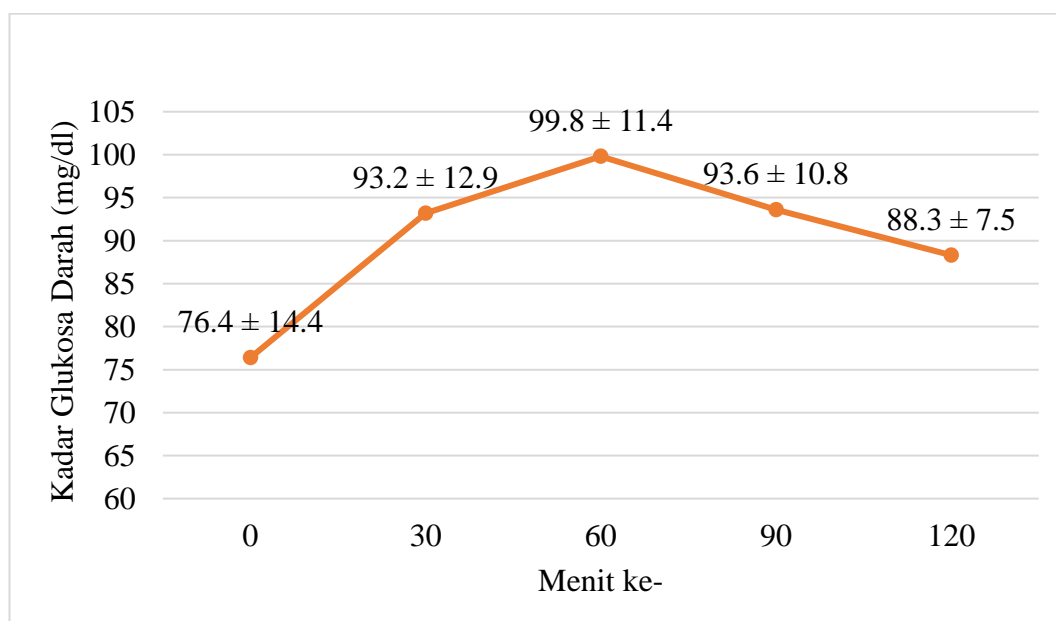
Hasil pengukuran glukosa menunjukkan konsumsi karbohidrat sebelum memiliki puncak yang paling tinggi. Glukosa darah setelah pemberian nasi meningkat drastis hingga puncak pada menit ke-30 dengan rerata  $129.4 \pm 20.4$  mg/dl. Glukosa darah perlahan menurun pada menit ke-60, 90, dan 120 dengan rerata  $113 \pm 22.2$  mg/dl,  $85 \pm 13.1$  mg/dl, dan  $80.4 \pm 7.5$  mg/dl. Penelitian yang dilakukan oleh Imai *et al.*, (2014) dan Nishino *et al.*, (2018) menunjukkan hasil yang sama bahwa glukosa darah memiliki puncak pada menit ke-30 setelah mengonsumsi karbohidrat terlebih dahulu.

Nasi merupakan salah satu karbohidrat sederhana, monosakarida. Karbohidrat sederhana akan dipecah oleh tubuh dengan cepat dan diserap ke dalam darah dalam bentuk glukosa. Glukosa akan diserap di usus dan masuk ke dalam peredaran darah. Glukosa yang diserap oleh tubuh akan meningkatkan kadar glukosa di dalam darah dan menstimulasi pankreas untuk mensekresi insulin. Glukosa yang masuk ke dalam sel beta akan dipecah oleh enzim glukokinase terlebih dahulu untuk menjadi Glukosa 6 Fosfat untuk kemudian menuju glikolisis dan menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat tersebut baru kemudian digunakan dalam siklus krebs yang menghasilkan ATP dan menstimulasi keluarnya insulin (Gropper *et al.*, 2012). Insulin akan membantu glukosa untuk menyimpan energi di dalam sel (Holesh *et al.*, 2022). Nasi putih memiliki indeks glikemik (IG) tinggi

yaitu 72, nilai IG  $\geq 70$  dikategorikan sebagai tinggi. Semakin tinggi IG maka semakin cepat meningkatkan glukosa darah (Afandi *et al.*, 2019).

#### IV.2.2 Respon Glikemik Setelah Konsumsi Protein Sebelum Gabungan Sayuran dan Karbohidrat (Kelompok 2)

Pada kelompok 2, responden diminta untuk mengonsumsi makanan dengan urutan ayam panggang, kemudian diikuti oleh gabungan nasi dan sayur sop. Protein yang diberikan adalah 40 gram dada ayam panggang dengan kandungan gizi 119.2 kkal, 7,28 g protein, dan 10 g lemak. Hasil pengukuran glukosa darah kelompok 2 disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6 Kurva Respon Glikemik Kelompok 2**

Hasil pengukuran setelah pemberian intervensi menunjukkan glukosa darah mulai mengalami peningkatan pada menit ke-30 ( $93.2 \pm 12.9$ ) dan mengalami puncak pada menit ke-60. Rata-rata kadar glukosa darah di menit ke-60 sebesar  $99.8 \pm 11.4$  mg/dl. Setelah mengalami puncak, glukosa darah perlahan mengalami penurunan pada menit ke-90 dan ke-120 dengan rerata masing-masing  $93,6 \pm 10,8$  mg/dl dan  $88,3 \pm 7,5$  mg/dl.

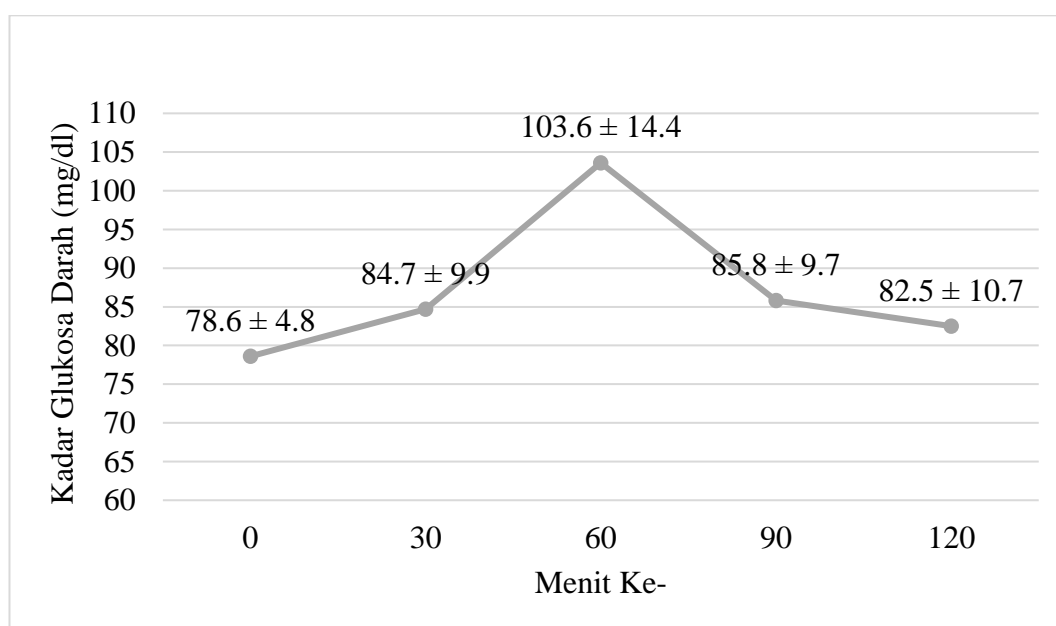
Sejalan dengan penelitian (Jakubowicz *et al.*, 2014), bahwa kadar glukosa darah mencapai puncak pada menit ke-60 setelah mengonsumsi protein terlebih dahulu. Proses perubahan protein menjadi glukosa terjadi secara lambat dan jumlah protein yang diubah menjadi glukosa berjumlah sedikit (Probosari, 2019). Protein membutuhkan waktu yang lebih lama untuk diproses oleh tubuh. Hal ini disebabkan proses pencernaan protein baru dimulai ketika makanan tiba di dalam lambung. Protein memiliki struktur 3 dimensi yang hanya bisa dipecah oleh keadaan lambung yang asam (Callahan *et al.*, 2020). Proses pemecahan protein dimulai ketika protein berada di dalam lambung. Lambung akan mensekresi cairan asam lambung yang terdiri dari dua komponen utama yaitu asam klorida (HCl) dan pepsinogen. HCl yang diproduksi menyebabkan suasana lambung menjadi asam sehingga dapat membantu dalam pemecahan protein dan mengaktifkan pepsinogen. Pepsinogen aktif akan berubah menjadi pepsin dan menghancurkan rantai panjang protein menjadi rantai polipeptida yang lebih kecil. Rantai polipeptida kecil akan menuju usus halus dan enzim protease akan memecah rantai tersebut menjadi satuan asam amino atau dipeptida. Asam amino akan diserap oleh liver dan dialirkan keseluruh jaringan tubuh (Melva Diana, 2009; Callahan *et al.*, 2020).

Sebagian asam amino akan menuju sel beta untuk menstimulasi produksi insulin yang bertugas untuk menghilangkan glukosa dari darah (Rietman *et al.*, 2014). Protein menstimulasi produksi insulin lebih cepat dibandingkan glukosa karena asam amino yang masuk ke dalam sel beta langsung terlibat ke dalam siklus krebs. Sedangkan glukosa harus melewati proses glikolisis terlebih dahulu untuk terlibat dalam siklus krebs. Siklus krebs akan menghasilkan ATP yang digunakan tubuh sebagai energi. Jumlah ATP yang banyak akan menutup jalur keluar  $K^+$  (kalium positif) melalui jalur *ATP potassium channel*.  $K^+$  menjadikan suasana di dalam sel beta menjadi positif (depolarisasi). Suasana positif membuka jalur masuknya  $Ca^{2+}$  (kalsium).  $Ca^{2+}$  membantu insulin keluar dari dalam sel beta menuju aliran darah untuk membantu memasukkan glukosa ke dalam sel. Asam amino Arginin yang terkandung di dada ayam memiliki muatan positif. Maka arginin akan menyebabkan sel menjadi depolarisasi sehingga memiliki dampak yang besar terhadap produksi insulin dari sel beta. Ketika glukosa dari nasi masuk ke dalam sel

beta dan bertemu dengan asam amino, maka proses produksi insulin dari sel beta semakin cepat (Fu *et al.*, 2012; Bhagavan dan Ha, 2015; Dalle Zotte *et al.*, 2020).

#### IV.2.3 Respon Glikemik Setelah Konsumsi Sayuran Sebelum Gabungan Protein dan Karbohidrat (Kelompok 3)

Pada kelompok intervensi 3, responden diminta mengonsumsi makanan dengan urutan sayur terlebih dahulu, kemudian diikuti oleh gabungan protein dan karbohidrat. Sayuran yang diberikan adalah 25 gram wortel, 25 gram kembang kol, 25 gram kol, dan 25 gram buncis dengan total kalori 36,5 kkal, 2 g protein, 0,6 g lemak, dan 7 g karbohidrat. Hasil pengukuran kadar glukosa darah menunjukkan mengonsumsi sayuran terlebih dahulu memiliki puncak yang sama seperti mengonsumsi protein terlebih dahulu. Hasil pengukuran darah kelompok 3 ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7 Kurva Respon Glikemik Kelompok 3**

Pada Kelompok 3, puncak glukosa darah berada pada menit ke-60 dengan rata-rata  $103.6 \pm 14,4$  mg/dl. Glukosa darah pada menit ke-90 dan ke-120 mengalami penurunan dengan rata-rata masing  $85,8 \pm 9,7$  mg/dl dan  $82.5 \pm 10,7$  mg/dl. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Imai *et al.*, (2014) dan Indarto

*et al.*, (2022) menunjukkan hasil yang serupa yaitu konsumsi sayuran sebelum karbohidrat mengalami puncak glukosa darah pada menit ke-60.

Konsumsi serat terlebih dahulu dapat meningkatkan kemampuan tubuh menunda penyerapan glukosa dan menyebabkan puncak glukosa menjadi lebih rendah (Wang *et al.*, 2016). Serat adalah bagian dari karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh tubuh (Maphosa dan Jideani, 2016). Serat yang masuk ke dalam tubuh tidak bisa dipecah dan akan keluar dari dalam tubuh dalam bentuk tidak dicerna (Dhingra *et al.*, 2012). Serat tidak dapat dicerna oleh tubuh karena tubuh tidak punya enzim yang dibutuhkan untuk memecah serat. Serat larut air yang dikonsumsi akan membentuk larutan kental (gel) di dalam saluran pencernaan karena memiliki tingkat penyimpanan air yang tinggi. Gel tersebut akan terbentuk di dalam lambung dan menyebabkan proses pencernaan makanan dari lambung ke dalam usus halus melambat. Nutrisi yang dikonsumsi akan berada lebih di dalam lambung lebih lama sekaligus membuat rasa kenyang lebih lama. Hal tersebut karena karbohidrat yang dikonsumsi belum diteruskan ke dalam usus halus untuk proses pencernaan selanjutnya. Gel yang terdapat di dalam saluran pencernaan membentuk hambatan fisik yang mengganggu interaksi nutrisi dengan enzim pencernaan. (Gropper *et al.*, 2012). Serat akan menuju usus besar dalam bentuk utuh. Serat akan keluar utuh dalam bentuk sel-sel yang besar. Sel tersebut akan menyimpan nutrisi di dalamnya dan akan dikirimkan ke usus besar tanpa adanya proses pencernaan lebih lanjut. Di dalam usus besar, serat tersebut akan terfermentasi oleh bakteri di dalam usus sehingga menghasilkan asam lemak rantai pendek. Asam lemak rantai pendek akan merangsang keluarnya hormon GLP-1 yang menstimulasi sekresi insulin sehingga menekan respon glikemik di dalam darah (Grundy *et al.*, 2016; Viapita *et al.*, 2021).

Nishino *et al.*, (2018) menyebutkan mengonsumsi sayuran sebelum karbohidrat dapat menurunkan glukosa darah post prandial dan meningkatkan sekresi *Glucagon like peptide-1* (GLP-1) pada orang sehat. GLP-1 berfungsi untuk menekan sekresi glucagon dan merangsang sekresi insulin (Agristika dan Carolia, 2017). GLP-1 juga memperlambat pengosongan lambung sehingga dapat membuat kenyang lebih lama dan menurunkan respon glikemik (Holst, 2007). Penelitian Indarto *et al.*, (2022) menunjukkan ketika kadar GLP-1 meningkat, maka kadar

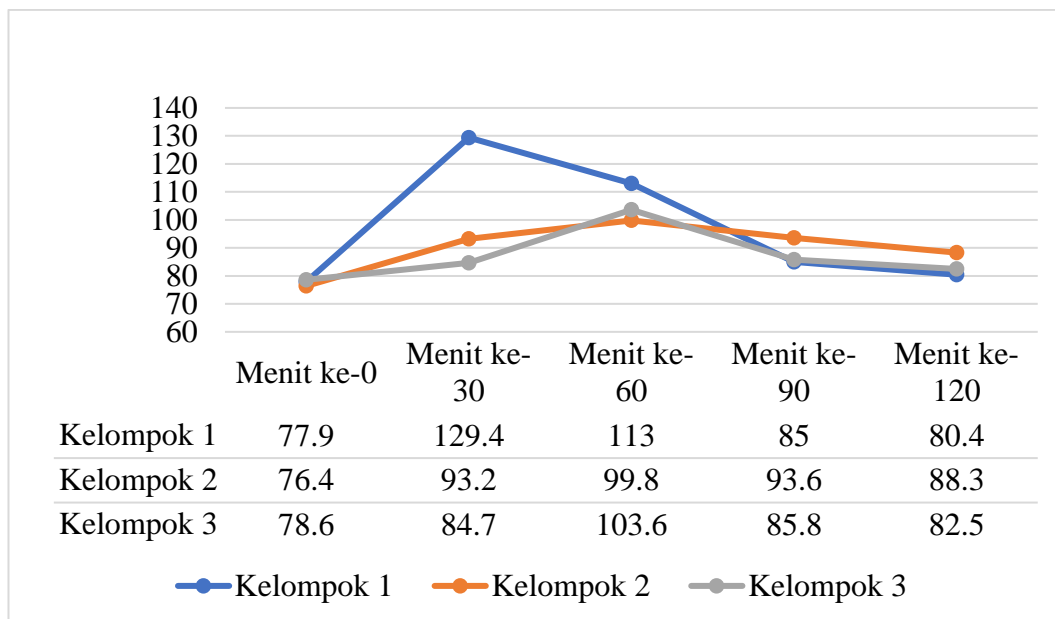


glukosa darah mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan konsumsi serat sebelum dapat mengontrol glukosa darah *post prandial* sekaligus kadar GLP-1.

Sayuran mengandung banyak senyawa aktif polifenol. Sayuran yang diberikan kepada responden mengandung berbagai macam jenis polifenol seperti asam fenolik, flavonoids, flavonol, antosianin, dan asam kafeic (Ahmed dan Ali, 2013; Abu-Ghannam dan Jaiswal, 2015; Gema Pereira-Caro *et al.*, 2021). Senyawa polifenol dapat menghambat pencernaan karbohidrat dengan cara menghambat produksi enzim  $\alpha$ -glucosidase ( $\alpha$ -glucosidase inhibitor) di dalam usus. Terhambatnya produksi enzim tersebut akan menghambat penyerapan glukosa dan menstimulasi sekresi insulin. Senyawa polifenol akan menahan pelepasan glukosa dari dalam liver dan meningkatkan kemampuan penyerapan glukosa ke dalam jaringan (Hanhineva *et al.*, 2010).

### **IV.3 Perbedaan Respon Glikemik Pada Setiap Kelompok**

Kadar GDP dan glukosa darah *post prandial* setiap kelompok memberikan hasil yang berbeda. Rata-rata GDP kelompok 1, kelompok 2, dan kelompok 3 adalah 77.9 mg/dl, 76.42 mg/dl, dan 78.6 mg/dl. Glukosa *post prandial* pada ketiga kelompok memiliki puncak yang berbeda. Kelompok 1 mengalami puncak peningkatan di menit ke-30 dengan rerata 129,4 mg/dl. Kelompok 2 dan 3 mengalami puncak pada menit ke 60 dengan rata-rata 99,8 mg/dl dan 103,6 mg/dl. Kadar glukosa darah kelompok 1 paling tinggi dibandingkan dengan kelompok 2 dan 3. Kurva respon glukosa darah setiap kelompok ditunjukkan pada gambar 8.



**Gambar 8 Kurva Respon Glikemik Semua Kelompok**

Kelompok 1 memiliki puncak lebih cepat dibandingkan kelompok lain karena nasi yang dikonsumsi pertama kali adalah karbohidrat sederhana yang lebih mudah dicerna oleh tubuh dibandingkan dengan protein atau sayuran. Protein atau sayuran yang dikonsumsi terlebih dahulu membantu menjaga kadar glukosa darah *post prandial* tetap stabil karena proses pencernaannya yang lebih lama. Kadar glukosa darah semua kelompok perlahan menurun pada menit ke-90 hingga menit ke-120. Pada menit ke-90, rata-rata kadar glukosa darah kelompok 1, 2, dan 3 adalah 85 mg/dl, 93,6 mg/dl, dan 85,8 mg/dl. Hasil respon glikemik menit-120 pada kelompok 1, 2, dan 3 adalah 80.4 mg/dl, 88,3 mg/dl, 82,5 mg/dl. Pada menit ke-90 respon glikemik semua kelompok kurang dari maksimal GDP normal <100 mg/dl dan terus menurun hingga menit ke-120. Glukosa darah *post prandial* mengalami penurunan karena proses penyerapan glukosa ke dalam sel dengan bantuan insulin meningkat (Agrawal *et al.*, 2017). Glukosa yang berada di dalam sel akan memulai proses glikolisis yang merupakan proses pemecahan glukosa menjadi piruvat dan energi dalam bentuk ATP (Chaudhry dan Varacallo, 2022).

Syarat uji anova adalah data harus berdistribusi normal. Uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk karena jumlah sampel yang diuji kurang dari 100 data. Data dikatakan berdistribusi normal jika nilai signifikansinya > 0.05. Hasil uji normalitas menggunakan *software SPSS for windows* disajikan pada lampiran 8.

Hasil uji normalitas menunjukkan menit ke-0, 30, 60, 90, dan 120 pada semua kelompok memiliki signifikansi  $>0.05$  maka semua data terdistribusi normal. Hasil uji ANOVA disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6 Uji Anova Semua Kelompok**

<b>Waktu</b>	<b>P-Value</b>
Menit ke-0	0,885
Menit ke-30	0,000
Menit ke-60	0,152
Menit ke-90	0,132
Menit ke-120	0,084

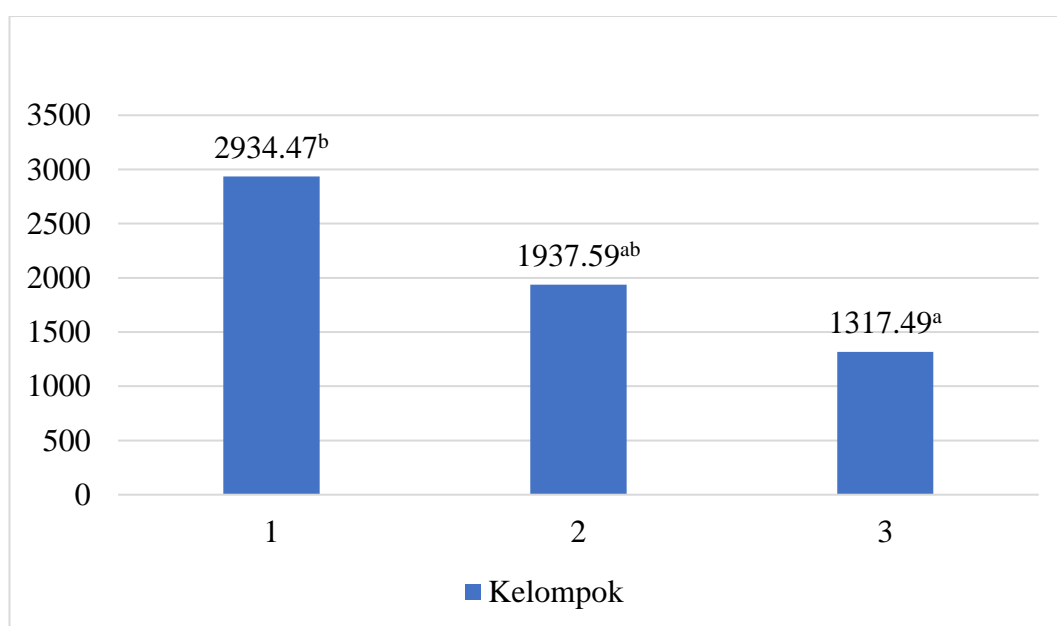
Hasil uji menggunakan ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan respon glikemik pada menit ke-30 setelah pemberian makan ayam, sayuran, dan nasi dengan urutan yang berbeda. Uji dilanjutkan dengan menggunakan uji post hoc tukey. Hasil uji menunjukkan respon glikemik menit ke-30 pada kelompok 1 berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan respon glikemik menit ke-30 pada kelompok 2 dan 3. Menit ke-30 merupakan puncak respon glikemik pada kelompok 1, sedangkan kelompok 2 dan 3 memiliki puncak respon glikemik pada menit ke-60. Sejalan dengan penelitian (Yong *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa pemberian makan dengan urutan makan karbohidrat terlebih dahulu memiliki puncak respon glikemik yang lebih tinggi. Puncak respon glikemik kelompok 1 adalah yang paling cepat. Hal ini disebabkan karbohidrat, terutama nasi, mudah dicerna oleh tubuh sehingga cepat berubah menjadi glukosa yang beredar di dalam darah. Ketika kelompok 2 dan kelompok 3 mengalami puncak di menit ke-60, glukosa di dalam darah akibat konsumsi nasi terlebih dahulu telah diserap ke dalam sel dengan bantuan insulin sehingga respon glikemik pada menit tersebut mengalami penurunan. Hal ini menyebabkan tidak ada perbedaan pada menit ke-60, 90, dan 120. Meski tidak menunjukkan tidak adanya perbedaan, pada Gambar 8 dapat dilihat respon glikemik kelompok 1 pada menit ke-60 tetap lebih tinggi dibandingkan respon puncak (menit ke-60) pada kelompok 2 dan 3.

Konsumsi karbohidrat sebelum gabungan protein dan sayuran memiliki puncak respon glikemik yang paling tinggi disebabkan nasi memiliki indeks glikemik yang tinggi yaitu 72. Semakin tinggi indeks glikemik suatu makanan, maka semakin besar potensi untuk meningkatkan kadar glukosa darah dengan cepat (Afandi *et al.*, 2019). Protein yang diserap tubuh dalam bentuk asam amino dapat menstimulasi pengeluaran hormon insulin dari sel beta lebih cepat. Sehingga protein yang dikonsumsi terlebih dahulu membuat tubuh sudah memiliki insulin yang siap bekerja sesaat setelah glukosa berada di dalam darah. Gabungan asam amino dengan glukosa dapat bekerja lebih efisien untuk membantu sel beta pancreas mensekresi insulin. Hal tersebut menjadikan konsumsi protein terlebih dahulu dapat menekan respon glikemik (Fu *et al.*, 2012; Bhagavan dan Ha, 2015). Serat, yang merupakan polisakarida dapat berfungsi sebagai enzim  $\alpha$ -glucosidase inhibitor.  $\alpha$ -glucosidase inhibitor akan memperlambat pemecahan dan memperlambat proses penyerapan karbohidrat di usus halus. Hal ini menyebabkan GLP-1 disekresi dari sel L usus dan akan terlibat dalam sekresi insulin. Fungsi GLP-1 adalah untuk menjaga kestabilan kadar glukosa di dalam darah dan menghambat gagal kembangnya sel beta (Bhateja *et al.*, 2020). Shukla *et al.*, (2017) dalam penelitiannya menunjukkan mengonsumsi urutan makan sayuran-protein dan karbohidrat memiliki respon glikemik yang paling rendah dan kadar hormon GLP-1 paling tinggi.

Proses hilangnya glukosa dalam darah dipengaruhi oleh banyaknya jumlah yang disekresi insulin (American Diabetes Association, 2004). Penelitian yang dilakukan oleh Imai *et al.*, (2014) menunjukkan konsumsi sayuran sebelum karbohidrat memiliki peningkatan kadar glukosa dan insulin yang sama. Ketika glukosa meningkat, insulin juga mengalami peningkatan. Shukla *et al.*, (2017) pada penelitiannya menunjukkan konsumsi karbohidrat pertama dan *sandwich* memiliki puncak respon glikemik dan insulin yang sama. Kadar insulin pada kelompok *sandwich* menurun secara perlahan dibandingkan pada kelompok karbohidrat sebelum. Pada kelompok karbohidrat terakhir, respon glikemik lebih rendah dibandingkan dua kelompok sebelumnya. Pada kelompok ini, respon glikemik dan kadar insulin memiliki puncak dan respon yang sama.

#### IV.4 Analisis Area Under Curve (AUC)

Luas AUC adalah luas daerah yang berada di bawah kurva. Luas AUC menggambarkan peningkatan dan penurunan glukosa darah. Perhitungan luas AUC yang disarankan adalah *Incremental AUC* dengan rumus trapezium. Hasil dari setiap perlakuan akan dirata-rata. Hasil perhitungan dengan rumus trapezium menunjukkan luas AUC kelompok 1 sebesar 2934,47, kelompok 2 sebesar 1937,59, dan kelompok 3 sebesar 1317,49. Grafik hasil rata-rata luas AUC disajikan pada Gambar 9.



Keterangan: tanda notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ )

**Gambar 9 Grafik Luas Area Under Curve**

Berdasarkan data yang diperoleh, rerata luas AUC tertinggi adalah kelompok 1 (karbohidrat terlebih dahulu) yaitu sebesar 2934,47. kelompok dengan rerata luas AUC terendah adalah kelompok 3 (sayuran terlebih dahulu) yaitu sebesar 1317,49. Berdasarkan hasil uji statistic dengan menggunakan uji ANOVA, hasil menunjukkan bahwa respon glikemik kelompok 1 dan 3 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Samudra *et al.*, (2021) menyebutkan semakin kecil rerata AUC, makan semakin

kecil pengaruhnya terhadap glukosa darah. Hal ini menunjukkan respon glikemik pada kelompok 3 adalah yang paling rendah diantara kelompok 1 dan 2.

#### **IV.5 Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan penelitian ini adalah peneliti mengalami kesulitan untuk mendapatkan responden yang bersedia untuk mengikuti penelitian ini sehingga penelitian harus ditunda hingga jumlah responden memenuhi. Saat penelitian berlangsung, peneliti sempat terkendala lokasi penelitian karena lab gizi UPN Veteran Jakarta sedang dalam isolasi sehingga tidak dapat digunakan untuk penelitian. Selain itu, peneliti juga tidak mengukur kadar insulin dan GLP-1 selama penelitian berlangsung. Sehingga peneliti tidak dapat mengetahui kadar insulin dan GLP-1 responden selama penelitian berlangsung.