

Pengaturan Pola Makan Rendah Karbon Melalui Pendidikan *Low Carbon Diet* Pada Mahasiswa IPB

(Implementing Low Carbon Dietary Pattern Through Low Carbon Diet Education on IPB Students)

Nia Imaniar¹, Muhammad Aries^{1*}, Muhammad Sabilal Muhajirin², Anny Nila Syauqiyah¹,
Muhammad Zaidan Ahsan¹

¹Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Indonesia

²Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Indonesia

ABSTRACT

The problem of obesity, non-communicable diseases, and micronutrient deficiencies in Indonesia continues to increase as a consequence of poor dietary patterns. On the other hand, food systems are one of the main contributors to the increase in global greenhouse gas emissions (GHG-E) with carbon footprints contribute are 33% of the total food carbon footprint. Improvement of people's dietary patterns towards sustainable diet is needed for public health and environmental sustainability. This study aims to (1) Analyzing changes in respondents's knowledge and attitudes at pre- and post- low carbon diet education; and (2) Analyzing changes in the level of nutritional adequacy and the food carbon footprint of the respondents at pre- and post- low carbon diet education. The method used is a quasi-experimental with pre- and post-test design through educational intervention with the same subject design. Low carbon diet education for IPB students can significantly increase the knowledge and attitudes of respondents. Furthermore, there was a 23.8% decrease in respondents' food carbon footprint after the intervention. In addition, low carbon diet education did not cause significant differences in the level of energy and macronutrient adequacy of the respondents. Thus, the low-carbon diet has the potential to be developed as a new approach in efforts to address climate change in Indonesia.

Keywords: carbon footprint, climate change, dietary, education intervention, low carbon diet

ABSTRAK

Permasalahan obesitas, penyakit tidak menular, dan defisiensi mikronutrien di Indonesia terus meningkat sebagai konsekuensi dari pola konsumsi pangan yang kurang baik. Di sisi lain, sistem pangan merupakan salah satu kontributor utama dalam peningkatan emisi gas rumah kaca/*greenhouse gas emissions* (GHG-E) global, yaitu sebesar 33% dari total GHGG global. Perbaikan pola konsumsi masyarakat ke arah pola makan berkelanjutan diperlukan untuk kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Penelitian ini bertujuan (1) Menganalisis perubahan pengetahuan dan sikap responden *pre-* dan *post-* pendidikan *low carbon diet*; serta (2) Menganalisis perubahan tingkat kecukupan gizi dan besarnya jejak karbon dari konsumsi responden *pre-* dan *post-* pendidikan *low carbon diet*. Metode yang digunakan adalah *quasi-experimental with pre- and post-test design* melalui intervensi pendidikan dengan rancangan *same subject design*. Pendidikan *low carbon diet* pada mahasiswa IPB dapat meningkatkan pengetahuan dan sikap responden secara signifikan. Selanjutnya, terdapat penurunan jejak karbon responden sebesar 23,8% setelah intervensi. Selain itu, pendidikan *low carbon diet* tidak menyebabkan perbedaan signifikan pada tingkat kecukupan energi dan zat gizi makro responden. Dengan demikian, pola makan rendah karbon berpotensi untuk dikembangkan sebagai suatu pendekatan baru dalam upaya penanganan perubahan iklim di Indonesia.

Kata kunci: diet, intervensi pendidikan, jejak karbon, perubahan iklim, pola makan rendah karbon

*Korespondensi:

ariesulaeman@apps.ipb.ac.id

Muhammad Aries

Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 16680

PENDAHULUAN

Pola konsumsi pangan masyarakat berhubungan erat dengan status gizi dan kesehatan masyarakat. Tingginya prevalensi stunting di Indonesia, yaitu sebesar 30,8%, telah meningkatkan risiko terhadap penyakit infeksi dan kematian yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan mental (Anindita 2012; UNICEF/WHO/World Bank 2020). Selain itu, permasalahan obesitas, penyakit tidak menular, dan defisiensi mikronutrien meningkat sebagai konsekuensi dari pola konsumsi pangan yang kurang baik (Riskesmas 2018; Oddo *et al.* 2019).

Di sisi lain, perubahan iklim global telah menyebabkan berbagai permasalahan global seperti bencana alam, degradasi lingkungan, penurunan produktivitas pertanian, penurunan kualitas gizi bahan pangan, dan munculnya berbagai penyakit infeksi di kalangan masyarakat (Huang *et al.* 2000; IPCC 2014). Sistem pangan diketahui menjadi salah satu kontributor utama dalam peningkatan emisi gas rumah kaca/*greenhouse gas emissions* (GHG-E) global, yaitu berkontribusi sebesar 33% dari total GHG-E global (Tubiello *et al.* 2021). Sementara itu, padi dan daging sapi merupakan pangan dengan jejak karbon tertinggi yaitu berturut-turut sebesar 12% dan 25% dari total jejak karbon seluruh bahan pangan (Xu *et al.* 2021).

Mengacu pada hal tersebut, banyak dari pengambil kebijakan di beberapa negara Eropa menyarankan untuk melakukan perubahan pola makan menjadi pola makan rendah karbon (*low carbon diet*) yang diprediksi mengurangi GHG-E global (Hamerschlag 2011; Heller *et al.* 2013; Melina *et al.* 2016; Boehm *et al.* 2018). Diet rendah karbon (*low carbon diet*) didefinisikan sebagai pemilihan susunan menu makanan yang bertujuan mengurangi emisi gas rumah kaca karena penggunaan energi yang berlebihan (Melina *et al.* 2016). Prinsip diet rendah karbon adalah mengonsumsi lebih sedikit pangan yang akan menghasilkan emisi gas rumah kaca tinggi, membeli bahan pangan secukupnya, memilih bahan pangan lokal yang sesuai musimnya, memperbanyak konsumsi bahan pangan segar dengan pengolahan sederhana, mengurangi pengemasan makanan, serta mengurangi limbah makanan (Lin dan Lin 2014). Berdasarkan pertimbangan tersebut, menurut de Pee *et al.* (2021), di Indonesia perlu dikembangkan diet sehat

dan berkelanjutan untuk peningkatan kesehatan masyarakat serta kelestarian lingkungan. Pola makan ini menjadi tantangan untuk diterapkan di Indonesia karena hanya sebagian kecil masyarakat yang mengetahui kaitan antara pilihan makanannya dengan jejak karbon yang dihasilkan. Pemahaman terkait hubungan pola makan dan perubahan iklim melalui pendidikan perlu dilakukan kepada masyarakat (Jay *et al.* 2019). Berdasarkan masalah dan potensi tersebut, diperlukan penelitian berjudul “Pengaturan Pola Makan Rendah Karbon melalui Pendidikan *Low Carbon Diet* pada Mahasiswa IPB” untuk menguji efektifitas pendidikan *low carbon diet* dalam mengatur pola makan mahasiswa IPB sebagai upaya penanganan perubahan iklim Indonesia.

Secara umum, penelitian ini bertujuan mendorong pola makan rendah karbon melalui pendidikan *low carbon diet* sebagai upaya penanganan perubahan iklim Indonesia. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah: a) Menganalisis perubahan pengetahuan dan sikap responden sebelum dan sesudah pendidikan *low carbon diet*; dan b) Menganalisis perubahan tingkat kecukupan gizi dan besarnya jejak karbon dari konsumsi responden sebelum dan sesudah pendidikan *low carbon diet*.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Desain penelitian yang digunakan adalah *quasi-experimental with pre- and post-test* menggunakan rancangan *same subject design*. Penelitian “Pengaturan Pola Makan Rendah Karbon melalui Pendidikan *Low Carbon Diet* pada Mahasiswa IPB” dilaksanakan secara daring dimulai dari tanggal 1 Juni 2021 sampai 20 Agustus 2021. Penelitian sudah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian yang Melibatkan Subjek Manusia Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) IPB dengan nomor 429/IT3.KEPMSM-IPB/SK/2021.

Jumlah dan cara pengambilan sampel

Responden pada penelitian ini adalah mahasiswa IPB yang tidak sedang menjalani diet khusus, memiliki jaringan internet yang memadai di tempat tinggalnya, dan bersedia berpartisipasi dalam penelitian yang dibuktikan dengan pengisian formulir *informed consent*. Jumlah

subjek yang bersedia ikut serta pada penelitian adalah 37 responden. Namun, 12 responden mengundurkan diri karena tidak mengikuti kegiatan pendidikan gizi secara penuh. Subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan kelengkapan data sebanyak 24 orang.

Jenis dan cara pengumpulan data

Data yang dikumpulkan merupakan data primer, meliputi karakteristik keluarga (tingkat pendidikan orang tua, pekerjaan orang tua, pendapatan orang tua, dan besar keluarga), karakteristik individu (usia, jenis kelamin, dan asal daerah), data konsumsi pangan 2x24 jam, serta pengetahuan dan sikap responden mengenai penanganan perubahan iklim dan pola makan rendah karbon. Intervensi pendidikan dilakukan dalam bentuk webinar serta penyampaian materi edukasi melalui *WhatsApp group (WA Group)*. Webinar dilakukan sebanyak 1 kali dengan durasi 2 jam dan terdiri atas dua topik. Topik pertama difokuskan pada urgensi penanganan perubahan iklim melalui pengaturan pola makan dan topik kedua mengenai teknis penerapan *low carbon diet* yang memenuhi prinsip dasar gizi seimbang. Materi edukasi yang disebarakan melalui *WA Group* berisi tentang berbagai susunan menu serta resep olahan pangan rendah karbon dalam bentuk buku resep dan video demonstrasi. Selama intervensi, peserta juga mengikuti *Focus Group Discussion (FGD)* secara daring dengan topik diskusi mengenai berbagai kesulitan yang dihadapi dan solusi dalam menerapkan *low carbon diet* serta bahan pangan tinggi jejak karbon yang sulit dihindari sebagai mahasiswa. Selain itu, ada juga beberapa pertanyaan untuk mengevaluasi program edukasi yang diintervensikan meliputi kesan responden dalam mengikuti rangkaian penelitian ini serta tanggapan orang sekitarnya, penyebaran buku resep olahan pangan rendah karbon, dan video demo masak makanan rendah karbon. Pengumpulan data dilakukan dengan metode *food record*, FGD, dan pengisian kuesioner *pre-* dan *post-test* secara daring.

Pengolahan dan analisis data

Data konsumsi responden digunakan untuk menganalisis kecukupan energi, zat gizi makro, dan besarnya jejak karbon dari konsumsi responden. Kecukupan energi dan zat gizi makro dinilai berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) masyarakat Indonesia tahun 2019 berdasarkan

usia dan jenis kelamin. Dasar perhitungan jejak karbon yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *life cycling assessment (LCA)* dengan faktor konversi yang tersedia di LCA database merujuk pada penelitian. Bahan pangan yang dikonsumsi dikelompokkan menurut data yang tertera pada LCA *database*. Bahan pangan yang tidak tertera pada LCA *database* dikonversi melalui pendekatan dengan memperhatikan jenis dan kelompok bahan pangan merujuk pada penelitian Jay *et al.* (2019).

Seluruh data kuantitatif yang diperoleh selanjutnya dimasukkan dan diolah pada *Microsoft Excel 2010* (Microsoft Corporation, Seattle, WA, USA). Analisis statistik yang digunakan adalah uji normalitas *Shapiro Wilk* menggunakan perangkat lunak *SPSS 16* pada seluruh variabel uji. Selanjutnya, pada variabel pengetahuan, sikap, tingkat kecukupan energi dan karbohidrat, serta besarnya jejak karbon konsumsi pangan responden dianalisis menggunakan uji *Wilcoxon*, sedangkan tingkat kecukupan lemak dan protein responden dianalisis menggunakan uji *Paired T-test* pada perangkat lunak SPSS 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Individu dan Keluarga.

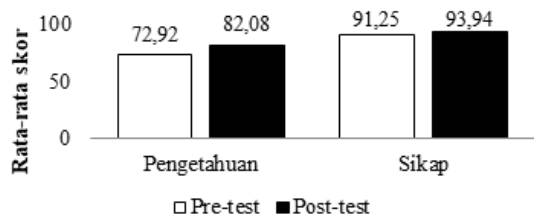
Responden pada penelitian ini merupakan mahasiswa IPB dengan rentang usia 19-22 tahun. Sebagian besar responden berjenis kelamin perempuan (75%) dengan besar keluarga terkategori sedang (58,3%), dan paling banyak berasal dari Pulau Jawa (45,8%). Hampir sebagian orang tua responden dapat menyelesaikan pendidikan sampai tahap perguruan tinggi dan SMA/ sederajat dengan persentase masing-masing 50% dan 41,7% untuk pendidikan terakhir ayah serta 29,2% dan 41,7% untuk pendidikan terakhir ibu. Sementara itu, rata-rata pendapatan orang tua responden sebesar Rp 5.185.416,67 per bulan. Paling banyak ayah responden merupakan wirausahawan (29,2%) dan ibu responden merupakan ibu rumah tangga (58,3%). Rincian mengenai karakteristik individu dan keluarga responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengetahuan dan Sikap mengenai Low Carbon Diet. Pengetahuan dan sikap merupakan salah satu faktor penentu perilaku makan seseorang. Hasil kuesioner pengetahuan dan sikap responden sebelum dan setelah intervensi dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Karakteristik individu dan keluarga

Variabel	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Karakteristik Individu			
Jenis kelamin	1. Laki-laki	6	25%
	2. Perempuan	18	75%
Asal daerah	1. Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara	11	45,8%
	2. Sumatera	6	25%
	3. Kalimantan	2	8,3%
	4. Sulawesi	4	16,7%
	5. Maluku dan Papua	1	4,2%
Karakteristik Keluarga			
Tingkat pendidikan Ayah	1. Kurang dari SMA/ sederajat	2	8,3%
	2. SMA/ sederajat	10	41,7%
	3. Perguruan tinggi	12	50%
Tingkat pendidikan Ibu	1. Kurang dari SMA/ sederajat	7	29,2%
	2. SMA/ sederajat	10	41,7%
	3. Perguruan tinggi	7	29,2%
Pekerjaan Ayah	1. Tidak bekerja	2	8,3%
	2. PNS/ ABRI	4	16,7%
	3. Karyawan swasta	4	16,7%
	4. Wirausaha	7	29,2%
	5. Buruh	3	1,3%
	6. Lainnya	4	16,7%
Pekerjaan Ibu	1. Ibu rumah tangga	14	58,3%
	2. PNS/ ABRI	4	16,7%
	3. Karyawan swasta	2	8,3%
	4. Wirausaha	1	4,2%
	5. Buruh	1	4,2%
	6. Lainnya	2	8,3%
Besarnya keluarga	1. Kecil (≤ 4 orang)	10	41,7%
	2. Sedang (5-6 orang)	14	58,3%
	3. Besar (> 6 orang)	1	4,2%
Pendapatan Ayah	1. Rendah ($x \leq \text{Rp}1.500.000$)	6	25%
	2. Sedang ($\text{Rp}1.500.000 < x \leq \text{Rp}2.500.000$)	2	8,3%
	3. Tinggi ($\text{Rp}2.500.000 < x \leq \text{Rp}3.500.000$)	5	20,8%
	4. Sangat tinggi ($x > \text{Rp}3.500.000$)	11	45,8%
Pendapatan Ibu	1. Rendah ($x \leq \text{Rp}1.500.000$)	18	75%
	2. Sedang ($\text{Rp}1.500.000 < x \leq \text{Rp}2.500.000$)	0	0%
	3. Tinggi ($\text{Rp}2.500.000 < x \leq \text{Rp}3.500.000$)	1	4,2%
	4. Sangat tinggi ($x > \text{Rp}3.500.000$)	5	20,8%

Ket: x = rata-rata pendapatan per bulan



Gambar 1. Pengetahuan dan sikap responden

Rata-rata skor pengetahuan dan sikap responden mengenai *low carbon diet* mengalami kenaikan signifikan setelah dilakukan intervensi pendidikan *low carbon diet* ($p=0,02;0,034$). Sejalan dengan hasil penelitian Malan *et al.* (2020) pada 176 mahasiswa di California (USA), intervensi melalui seminar berpengaruh terhadap kesiapan mahasiswa untuk merubah pola makan. Hasil studi Morren *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa memberikan nilai-nilai terkait pengaturan pola makan dan pemilihan makanan ramah iklim berpotensi besar dalam mendorong perubahan pola makan berkelanjutan. Selain itu, hasil studi Katenga-Kaunda *et al.* (2020) dan Teshome *et al.* (2020) juga menunjukkan intervensi pendidikan gizi dapat meningkatkan pengetahuan, sikap, dan praktik subjek intervensi secara signifikan.

Topik pertanyaan pengetahuan dan sikap terkait *low carbon diet* mengindikasikan aspek pengetahuan dan sikap responden. Aspek pengetahuan yang sudah baik ditunjukkan pada topik fenomena perubahan iklim global dan bahayanya. Aspek sikap yang sudah baik responden ditunjukkan oleh kesadaran responden mengenai pentingnya aksi penanganan perubahan iklim dan berperilaku ramah lingkungan. Hasil FGD dengan responden juga menunjukkan bahwa responden menjadi tahu mengenai pentingnya penanganan perubahan iklim melalui pengaturan pola makan rendah karbon setelah mengikuti webinar *low carbon diet*. Selain itu, 2 dari 24 responden menyampaikan bahwa keluarganya ingin mencoba menerapkan pola makan rendah karbon dalam rangka mendukung penanganan perubahan iklim. Dengan demikian, pendidikan *low carbon diet* dapat berdampak positif terhadap pengetahuan dan sikap responden ke arah pola makan berkelanjutan.

Pengetahuan responden sebelum intervensi tergolong sedang. Setelah dilakukan intervensi, rata-rata pengetahuan responden meningkat menjadi baik. Aspek pengetahuan yang masih kurang dipahami responden sebelum

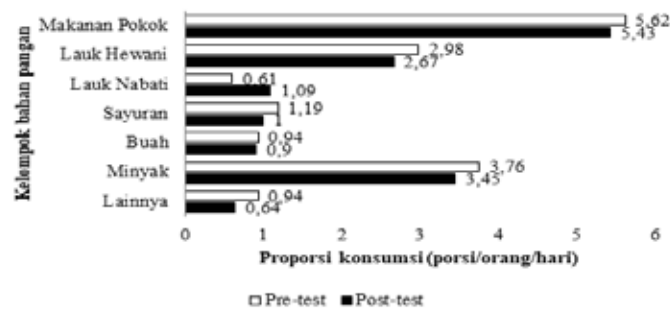
intervensi adalah mengenai jenis gas yang menyebabkan efek rumah kaca, kontribusi makanan terhadap perubahan iklim global, serta langkah penanganan perubahan iklim global. Namun, ketiga aspek tersebut meningkat setelah dilakukan intervensi. Dengan demikian, pendidikan *low carbon diet* dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa IPB mengenai pentingnya pengaturan pola makan sebagai upaya penanganan perubahan iklim.

Sementara itu, rata-rata sikap responden sudah tergolong baik, baik sebelum maupun sesudah intervensi. Meskipun demikian, pendidikan *low carbon diet* tetap dapat meningkatkan sikap mahasiswa IPB terhadap perubahan iklim dan *low carbon diet* secara signifikan. Perubahan skor sikap paling besar terjadi pada aspek pemilihan bahan pangan yang dikonsumsi dalam upaya penanganan perubahan iklim global. Dengan demikian, pendidikan *low carbon diet* dapat meningkatkan kesadaran mahasiswa IPB mengenai pentingnya pemilihan bahan pangan yang dikonsumsi dalam upaya penanganan perubahan iklim global.

Konsumsi Responden dan Kontribusinya terhadap Jejak Karbon.

Perubahan perilaku makan responden dianalisis dengan melihat perubahan proporsi bahan pangan yang dikonsumsi responden sebelum dan setelah intervensi. Bahan pangan dikelompokkan menjadi makanan pokok, lauk hewani, lauk nabati, sayur, buah, minyak, dan pangan lainnya. Perubahan proporsi dan berat bahan pangan yang dikonsumsi responden dapat dilihat pada Gambar 2 (dalam satuan porsi) dan Tabel 2 (dalam satuan gram).

Setelah dilakukan intervensi pendidikan *low carbon diet*, rata-rata proporsi bahan pangan yang dikonsumsi responden menurun pada kelompok makanan pokok, lauk hewani, sayuran, buah, minyak, dan lainnya ($p=0,373; 0,725; 0,196; 0,981; 0,855; 0,111$). Sementara itu, rata-rata konsumsi lauk nabati responden meningkat setelah intervensi pendidikan *low carbon diet* ($p=0,144$). Sesuai dengan prinsip *low carbon diet* yang mengutamakan konsumsi bahan pangan nabati (Lin dan Lin 2014). Selain itu, penelitian Jay *et al.* (2019) menunjukkan adanya penurunan konsumsi seluruh bahan pangan sebesar 11% dan penurunan konsumsi daging 29% berdasarkan berat bahan pangannya pada kelompok intervensi. Menurut Vázquez-Rowe *et al.* (2017) bahan pangan yang paling berkontribusi terhadap jejak



Gambar 2. Proporsi bahan pangan yang dikonsumsi

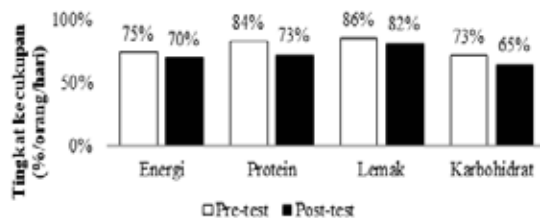
Tabel 2. Rata-rata berat bahan pangan yang dikonsumsi responden per hari

No	Kelompok bahan pangan	Berat (g)	
		Pre-	Post-
1.	Makanan pokok	485,21 ± 100,37	483,23 ± 73,25
2.	Lauk hewani	138,06 ± 55,39	124,06 ± 57,39
3.	Lauk nabati	34,88 ± 36,51	52,06 ± 58,25
4.	Sayuran	63,06 ± 48,15	57,60 ± 59,78
5.	Buah	54,60 ± 69,97	64,06 ± 85,98
6.	Minyak	20,23 ± 6,13	17,40 ± 5,76
7.	Lainnya	53,88 ± 71,54	25,02 ± 47,35

karbon konsumsi pangan adalah lauk hewani seperti daging merah 39% (369 kg CO₂eq) dan unggas 16% (151 kg CO₂eq), makanan pokok sereal 11% (107 kg CO₂eq), serta sayuran 6,3% (60,5 kg CO₂eq). Dengan demikian, pendidikan *low carbon diet* dapat merubah proporsi bahan pangan yang dikonsumsi mahasiswa IPB meskipun perbedaannya tidak signifikan.

Penurunan proporsi beberapa kelompok pangan yang dikonsumsi responden dapat memengaruhi tingkat kecukupan gizi harian responden. Oleh karena itu, tingkat kecukupan energi dan zat gizi makro responden dievaluasi baik sebelum maupun sesudah intervensi pendidikan *low carbon diet*. Tingkat kecukupan energi dan zat gizi makro responden sebelum dan sesudah intervensi dapat dilihat pada Gambar 3.

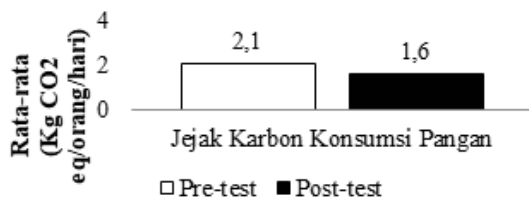
Rata-rata tingkat kecukupan energi dan zat gizi makro responden setelah intervensi relatif



Gambar 3. Tingkat kecukupan energi dan zat gizi makro

menurun. Namun, penurunannya tidak signifikan ($p=0,323; 0,715; 0,170; 0,057$). Hasil penelitian Bälter *et al.* (2017) dan Sjörns *et al.* (2017) juga menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada asupan masyarakat dengan berbagai tingkat jejak karbon. Pembatasan konsumsi produk daging dan turunannya akan menurunkan asupan energi masyarakat, tetapi konsumsi bahan pangan sumber protein hewani selain daging dan turunannya bisa menjadi alternatif untuk mencukupi kebutuhan gizi harian masyarakat (Vázquez-Rowe *et al.* 2017). Dengan demikian, penerapan pengaturan pola makan rendah karbon tidak akan mengganggu tingkat kecukupan gizi harian mahasiswa IPB.

Rata-rata tingkat kecukupan protein dan lemak responden tergolong cukup sedangkan rata-rata tingkat kecukupan energi dan karbohidrat responden tergolong kurang, baik sebelum maupun setelah intervensi pendidikan *low carbon diet* (Depkes 1999). Hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian Rose *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa pola makan rendah karbon memiliki nilai kualitas diet yang lebih tinggi dibandingkan pola makan tinggi jejak karbon. Tingkat kecukupan ini bergantung pada preferensi individu dalam memilih bahan pangan yang akan dikonsumsi.



Gambar 4. Jejak karbon konsumsi pangan

Kontribusi sistem pangan terhadap emisi gas rumah kaca salah satunya dinilai berdasarkan besarnya jejak karbon dari makanan yang dikonsumsi. Perbedaan besarnya jejak karbon dari makanan yang dikonsumsi responden sebelum dan setelah intervensi dapat dilihat pada Gambar 4.

Rata-rata jejak karbon konsumsi pangan responden setelah intervensi pendidikan *low carbon diet* menurun sebesar 23,8% ($p=0,297$). Sementara itu, hasil penelitian Malan *et al.* (2020) menunjukkan *foodseminar* selama 12 minggu dapat menurunkan 14% jejak karbon responden secara signifikan. Hasil penelitian Jay *et al.* (2017) juga menunjukkan jejak karbon konsumsi pangan mahasiswa yang diintervensi selama satu tahun menurun sebesar tujuh persen secara signifikan. Selain itu, penelitian Huseinovic *et al.* (2017) yang melakukan intervensi *low carbon diet* terhadap ibu menyusui dengan berat badan berlebih selama satu tahun berhasil menurunkan jejak karbon konsumsi pangan subjek sebesar 8,6% ($p>0,05$). Hasil penelitian Büchs *et al.* (2018) juga menunjukkan adanya penurunan jejak karbon konsumsi pangan pada periode kedua setelah intervensi dilakukan. Dengan demikian, pendidikan *low carbon diet* yang dilakukan selama 2 minggu belum bisa mengubah jejak karbon dari konsumsi mahasiswa IPB secara signifikan.

Keberhasilan intervensi pendidikan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Intervensi oleh Katenga-Kaunda *et al.* (2020) pada 257 ibu hamil di Pedesaan Malawi melalui program edukasi gizi terkait gizi ibu dan kelompok makanan yang direkomendasikan untuk dikonsumsi; demonstrasi memasak dan sesi konseling individual mingguan selama periode kehamilan, terbukti dapat meningkatkan sebagian besar mediator perilaku yang diikuti dengan peningkatan keberagaman konsumsi secara signifikan. Selain itu, intervensi pada 266 pasangan ibu-anak di Sulawesi Tenggara oleh Effendy *et al.* (2020) melalui kelas

gizi dan kunjungan rumah, menunjukkan hasil yang positif pada keberagaman konsumsi secara signifikan. Penelitian serupa oleh Hitachi *et al.* (2020) pada 323 pasangan anak-pengasuh di Pesisir Kenya melalui edukasi gizi dan konsultasi lanjutan, memberi dampak positif yang signifikan pada sikap pengasuh rumah tangga terhadap pemberian makan yang direkomendasikan dan praktik keragaman makanan.

Calvo-Malvar *et al.* (2021) melakukan tiga sesi edukasi gizi, pemberian buku resep, kursus memasak, dan pemberian bahan pangan setiap tiga minggu pada 3500 orang berusia 18-85 tahun di Spanyol signifikan dalam mengubah kebiasaan makan subjek agar lebih sesuai dengan karakteristik diet Atlantik. Teshome *et al.* (2020) juga melakukan edukasi gizi, demonstrasi resep MP-ASI, dan konsultasi gizi berhasil meningkatkan pengetahuan, sikap, dan praktik ibu mengenai keberagaman konsumsi, frekuensi makan, dan asupan gizi anaknya secara signifikan. Selain itu, memberi ide-ide konkret mengenai teknis mempersiapkan makanan dengan jejak karbon yang rendah dan manfaat kesehatan yang optimal signifikan dalam mendorong perubahan perilaku menuju diet yang lebih berkelanjutan (Morren *et al.* 2021). Dengan demikian, pendidikan *low carbon diet* dapat efektif menurunkan jejak karbon konsumsi pangan jika durasi edukasi diperpanjang dan didukung proses konsultasi serta pendampingan intensif pada responden. Selain itu, intervensi yang lebih spesifik dari segi teknis dan prosedur penyiapan pangan akan memberikan efek lebih besar pada perilaku makan individu.

KESIMPULAN

Pendidikan *low carbon diet* secara signifikan meningkatkan pengetahuan dan sikap responden mengenai perubahan iklim dan *low carbon diet*. Hal ini dapat menjadi langkah awal untuk mengubah perilaku makan individu. Selain itu, pendidikan *low carbon diet* juga tidak merubah tingkat kecukupan energi dan zat gizi makro responden secara signifikan sehingga penerapannya tidak akan mengganggu kecukupan gizi harian. Besarnya jejak karbon dari konsumsi makanan juga menurun setelah intervensi pendidikan *low carbon diet*. Dengan demikian, pendidikan *low carbon diet* memiliki dampak positif terhadap perubahan perilaku

makan mahasiswa IPB menuju pola makan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan bahwa edukasi mengenai pola makan rendah karbon dan gizi seimbang perlu dilakukan secara simultan dengan proporsi materi yang sama besar agar tujuan peningkatan kualitas kesehatan dan kelestarian lingkungan dapat tercapai dengan optimal. Penelitian lanjutan dengan jangka waktu lebih panjang dan kelompok masyarakat yang lebih luas diperlukan untuk melihat efektivitas pendidikan *low carbon diet* pada perubahan perilaku makan masyarakat umum. Selain itu, perlu dikembangkan *LCA database* untuk bahan pangan di Indonesia agar estimasi penurunan jejak karbon konsumsi pangan dapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindita P. Hubungan tingkat pendidikan ibu, pendapatan keluarga, kecukupan protein & zinc dengan stunting (pendek) pada balita usia 6-35 bulan di Kecamatan Tembalang Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 1(2):617-626.
- Bälter K, Sjörs C, Sjölander A, Gardner C, Hedenus F, Tillander A. 2017. Is a diet low in greenhouse gas emissions a nutritious diet? - Analyses of self-selected diets in the LifeGene study. *Arch Public Health*. 75(1): 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13690-017-0185-9>
- Boehm R, Wilde PE, Ploeg MV, Costello C, Cash SB. 2018. A comprehensive life cycle assessment of greenhouse gas emission from United State household food choices. *Food Policy*. 79(6):67-76. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.05.004>
- Büchs M, Bahaj AS, Blunden L, Bourikas L, Falkingham J, James P, Kamanda M, Wu Y. 2018. Promoting low carbon behaviours through personalised information? Long-term evaluation of a carbon calculator interview. *Energy Policy*. 120 (2018):284-293. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.05.030>
- Calvo-Malvar M, Benítez-Estévez AJ, Sánchez-Castro J, Leis R, Gude F. 2021. Effects of a community-based behavioral intervention with a traditional atlantic diet on cardiometabolic risk markers: A cluster randomized controlled trial ("The Galiat study"). *Nutrients*. 13(4):1211. <https://doi.org/10.3390/nu13041211>
- de Pee S, Hardinsyah JF, Kim BF, Semba RD, Deptford A, Fanzo JC. 2021. Balancing nutrition, health, affordability and climate goals - the case of Indonesia. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2021:00:1-12.
- [Depkes RI] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1999. Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Bangsa Indonesia. Jakarta (ID): Departemen Kesehatan RI.
- Effendy DS, Prangthip P, Soonthornworasiri N, Winichagoon P, Kwanbunjan K. 2020. Nutrition education in Southeast Sulawesi Province, Indonesia: A cluster randomized controlled study. *Maternal and Child Nutrition*. 16(4):1-14. <https://doi.org/10.1111/mcn.13030>
- Hamerschlag K. 2011. *Meat Eaters Guide to Climate Change and Health*. Washington DC (USA): Environmental Working Group.
- Heller MC, Keoleian GA, Willett WC. 2013. Toward a life cycle-based, diet-level framework for food environmental impact and nutritional quality assessment: a critical review. *Environmental Science and Technology*. 47(22):12632-12647. <https://doi.org/10.1021/es4025113>
- Hitachi M, Wanjihia V, Nyandieka L, Francesca C, Wekesa N, Changoma J, Muniu E, Ndemwa P, Honda S, Hirayama K, et al. 2020. Improvement of dietary diversity and attitude toward recommended feeding through novel community based nutritional education program in coastal kenya-an intervention study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(19):1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197269>
- Huang S, Pollack HN, Shen PY. 2000. Temperature trends over the past five centuries reconstructed from borehole temperatures. *Nature*. 403:756-758. <https://doi.org/10.1038/35001556>
- Huseinovic E, Ohlin M, Winkvist A, Bertz F, Sonesson U, Brekke HK. 2017. Does diet intervention in line with nutrition recommendations affect dietary carbon footprint? Results from a weight loss trial among lactating women. *European Journal*

- of Clinical Nutrition. 71(10):1241-1245. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.63>
- IPCC. 2014. Summary for policymakers: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jay JA, D'Auria R, Nordby JC, Rice DA, Cleveland DA, Friscia A, Kissinger A, Levis M, Malan H, Rajagopal D, et al. 2019. Reduction of the carbon footprint of college freshman diets after a food-based environmental science course. *Climate Change*. 154(3):547-564. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02407-8>
- Katenga-Kaunda ZL, Iversen PO, Holmboe-Ottesen G, Fjeld H, Mdala I, Kamudoni PR. 2020. Dietary intake and processes of behaviour change in a nutrition education intervention for pregnant women in rural Malawi: A cluster-randomised controlled trial. *Public Health Nutrition*. 23(13):2345-2354. <https://doi.org/10.1017/S1368980020000294>
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018. Jakarta: Kemenkes RI.
- Lin YL, Lin HW. 2014. Have you switched to a low carbon diet? the ultimate consumerism. *Administrative Sciences*. 4(2):105-119. <https://doi.org/10.3390/admsci4020105>
- Malan H, Challamel GA, Silverstein D, Ho C, Spang E, Pace SA, Lee B, Malagueño R, Gardner CD, Wang MC, et al. 2020. Impact of a scalable, multi-campus "foodprint" seminar on college students' dietary intake and dietary carbon footprint. *Nutrients*. 12(9): 1-17. <https://doi.org/10.3390/nu12092890>
- Melina V, Craig W, Levin S. 2016. Position of the academy of nutrition and dietetics: vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition Dietetics*. 116(12):1970-1980. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
- Morren M, Mol JM, Blasch JE, Malek Ž. 2021. Changing diets - Testing the impact of knowledge and information nudges on sustainable dietary choices. *Journal of Environmental Psychology*. 75 (2021) 101601:1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101610>
- Oddo VM, Maehara M, Rah JH. 2019. Overweight in Indonesia: An observational study of trends and risk factors among adults and children. *BMJ Open*. 9(9): 1-14. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-031198>
- Rose D, Heller MC, Willits-Smith AM, Meyer RJ. 2019. Carbon footprint of self-selected US diets: nutritional, demographic, and behavioral correlates. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 109(3):526-534. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy327>
- Sjörs C, Hedenus F, Sjölander A, Tillander A, Bälter K. 2017. Adherence to dietary recommendations for Swedish adults across categories of greenhouse gas emissions from food. *Public Health Nutrition*. 20(18):3381-3393. <https://doi.org/10.1017/S1368980017002300>
- Teshome GB, Whiting SJ, Green TJ, Muluaem D, Henry CJ. 2020. Scaled-up nutrition education on pulse-cereal complementary food practice in Ethiopia: A cluster-randomized trial. *BMC Public Health*. 20(1):1-12. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09262-8>
- Tubiello FN, Rosenzweig C, Conchedda G, Karl K, Gütschow J, Xueyao P, Obli-Laryea G, Wanner N, Qiu SY, Barros JDe, et al. 2021. Greenhouse gas emissions from food systems: Building the evidence base. *Environmental Research Letters*. 16(6). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac018e>
- UNICEF/WHO/World Bank. 2020. Levels and trends in child malnutrition: joint child malnutrition estimates: key findings of the 2020 edition. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/jme-2020-edition>.
- Vázquez-Rowe I, Larrea-Gallegos G, Villanueva-Rey P, Gilardino A. 2017. Climate change mitigation opportunities based on carbon footprint estimates of dietary patterns in Peru. *PLoS One*. 12(11):1-25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188182>
- Xu X, Sharma P, Shu S, Lin TS, Ciais P, Tubiello FN, Smith P, Campbell N, Jain AK. 2021. Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. *Nature Food*. 2(9):724-732. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x>