

**KESAN AKTIVITI JEJAK KARBON MAKANAN MELALUI PENDEKATAN
PEMBELAJARAN BERASASKAN MASALAH TERHADAP AMALAN DIET
LESTARI MURID**

***Anizawati Zainal**

Hidayah Mohd Fadzil

Edy Hafizan Mohd Shahali

Department of Mathematics and Science Education,

Faculty of Education, Universiti Malaya

**anizawati80@gmail.com*

The concept of a sustainable diet has gained global attention with increased climate change issues. A sustainable diet is a food pattern that can be practiced as a climate mitigation strategy. Besides other mitigation strategies, human behavioral changes in choosing a sustainable diet can potentially fight climate change. The potential for reducing carbon footprint by switching to a sustainable diet is substantial. This study aimed to determine the impact of Food Carbon Footprint Activities on the sustainable diet practices of secondary school students. This quantitative study uses a quasi-experimental design of prepost-tests. This study used probability sampling of a mutually exclusive subarea, involving Form Four Biology students at a school within the administration of Hang Tuah Jaya Municipal Council, Melaka. A total of 30 students in the treatment group were given an eight-week Food Carbon Footprint Activities intervention, while 32 students in the control group used conventional learning methods. The Food Carbon Footprint activities use a Problem-Based Learning approach and integrate food carbon literacy in a balanced diet topic in Biology. The independent sample t-test analysis of post-test scores showed that there was a significant difference between the mean score of student's sustainable diet practices in the post-test for the treatment group ($M=3.88$, $SD=0.48$) and the control ($M=3.66$, $SD=0.26$) and the value $t(43.815) = 2.177$, $p < 0.05$. The findings of this study suggest that the Food Carbon Footprint activities with a problem-based learning approach have a positive impact on students' sustainable diet practices and can be used as a climate change mitigation strategy through climate change education. Thus, a project-based learning approach can be carried out as a further study to identify its effects on students' sustainable diet practices.

Keywords: *Practice, Sustainable Diet, Carbon Footprint, Problem-based Learning*

PENGENALAN

Kesan perubahan iklim merupakan isu yang dipandang serius di peringkat global lantaran kesannya terhadap kesejahteraan manusia mahupun alam sekitar. Tindakan terhadap Perubahan Iklim telah disenaraikan sebagai salah satu diantara 17 Matlamat Pembangunan Lestari atau “*Sustainable Development Goals*” (SDG). Bagi memastikan kesejahteraan

kesemua masyarakat dunia pada masa kini dan akan datang, tanggungjawab mengurangkan kesan perubahan iklim perlu dilaksanakan (Ling et al., 2019; Subiantoro & Mutiarani, 2021). Menurut Cordero et al. (2020), strategi mitigasi melalui pendidikan merupakan salah satu strategi mitigasi iklim yang berpotensi namun kurang mendapat perhatian berbanding penggunaan teknologi bersih dan tenaga boleh baharu. Melalui pendidikan, literasi iklim dalam kalangan murid dapat diterapkan. Literasi iklim merupakan kefahaman seseorang tentang pengaruh iklim terhadap dirinya dan masyarakat dan juga kesan tindakan yang mereka ambil yang menyebabkan perubahan iklim (Kuthe et al., 2020). Literasi iklim memacu kepada tindakan individu dalam mengurangkan kesan perubahan iklim.

Beberapa pengkaji melaporkan bahawa literasi iklim penting bagi individu dalam mengurangkan jejak karbon yang terhasil daripada aktiviti harian yang mereka jalankan (Reis & Ballinger, 2020; Shwom et al., 2017; Suhaimi & Mahmud, 2022). Menurut Nasir Nayan et al. (2020), seseorang yang mempunyai literasi iklim tahu membuat keputusan dan mengambil tindakan yang mengurangkan kesan terhadap perubahan iklim. Kajian-kajian sebelum ini lebih tertumpu kepada literasi iklim berkaitan penggunaan tenaga elektrik dan pengangkutan (Hanifah Mahat et al., 2018; Phang et al., 2017). Walau bagaimanapun, kajian menunjukkan bahawa kesan literasi iklim dari konteks amalan masih pada tahap rendah. Kajian tentang pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan literasi iklim yang berkaitan corak diet dalam kalangan murid masih kurang dijalankan.

Corak diet individu turut memberi kesan kepada peningkatan jejak karbon yang memberi kesan kepada perubahan iklim. Jejak karbon makanan menyumbang 25% hingga 42% daripada jumlah jejak karbon global (Özel et al., 2022; Rancilio et al., 2022; Sjörs et al., 2016). Berbanding makanan berasaskan daging haiwan, makanan berasaskan tumbuhan seperti kekacang mempunyai jejak karbon yang rendah (Ferreira et al., 2021; Rööös et al., 2020). Menurut Clune et al. (2017), bijirin dan kekacang mempunyai kesan terendah terhadap perubahan iklim dan daging daripada haiwan ruminan yang mempunyai kesan tertinggi. Ini kerana, sistem penghadaman haiwan ruminan seperti lembu menyumbang kepada pembebasan metana yang merupakan gas rumah hijau yang tertinggi ke atmosfera (WWF, 2018). Selain sumber makanan, kitaran hayat sesuatu produk makanan seperti pemprosesan, pembungkusan, pengangkutan, penyediaan dan pengurusan sisa makanan mempengaruhi jumlah jejak karbon makanan tersebut (Dósa & Russ, 2020). Ghammachi et al. (2022) dalam kajian mereka memberi perhatian kepada tiga saranan iaitu peralihan daripada sumber makanan berasaskan haiwan kepada sumber makanan berasaskan tumbuhan, hasil tempatan dan bermusim, dan makanan yang diproses secara minimum.

Perubahan kepada corak diet yang lestari merupakan salah satu tindakan yang perlu diamalkan sebagai langkah mitigasi iklim. Diet lestari merupakan diet yang melindungi serta menghormati biodiversiti dan ekosistem, diterima oleh budaya, boleh diakses, adil dari segi ekonomi, berpatutan, cukup dari segi kandungan nutrisi, selamat, sihat serta mengoptimumkan sumber semula jadi dan manusia” (Burlingame et al., 2012). Beberapa penyelidik mendapati, pemilihan diet lestari mampu mengurangkan jejak karbon global (Belgacem et al., 2021; Song et al., 2017; WWF, 2018). Pengetahuan berkaitan jejak karbon dalam memilih corak pemakanan penting dalam meningkatkan amalan diet lestari (Dósa & Russ, 2020; Rose et al., 2019; WWF, 2018).

PENYATAAN MASALAH

Pengetahuan tentang jejak karbon makanan perlu diintegrasikan dalam topik Nutrisi bagi meningkatkan amalan diet lestari murid. Namun begitu, menurut Alhothali et al. (2021), masih kurang kajian tentang diet lestari yang mengurangkan kesan terhadap perubahan iklim dijalankan oleh negara-negara membangun. Diet lestari masih belum diperkenalkan di dalam kurikulum di Malaysia. Ini mungkin menyebabkan pengurangan jejak karbon individu yang berkaitan dengan corak diet sukar untuk dilaksanakan. Beberapa kajian lepas telah dapat meningkatkan kesedaran murid dalam mengurangkan jejak karbon individu (Nawi et al., 2019; Phang et al., 2017; Wong et al., 2017). Namun begitu, kajian-kajian tersebut tidak memfokuskan kepada pengurangan jejak karbon makanan melalui pembelajaran menggunakan sukatan di dalam kurikulum. Tambahan pula, menurut K. Smith et al. (2022) kajian sukatan kurikulum sekolah rendah di sebelas buah negara menunjukkan fokus terhadap kelestarian dan impak makanan terhadap alam sekitar adalah sangat kurang. Oleh yang demikian, terdapat keperluan untuk mengintegrasikan pengetahuan tentang jejak karbon makanan ke dalam tajuk yang mempunyai kaitan dengan corak diet yang terkandung dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP).

SOROTAN KAJIAN

Penerapan Elemen Kelestarian Global Melalui Elemen Merentas Kurikulum

Elemen kelestarian Global (EKG) adalah salah satu elemen yang ditambah dalam EMK selaras pelaksanaan KSSM bermula 2017 menggantikan KBSM. Matlamat EKG adalah untuk melahirkan murid berdaya fikir lestari dan bersikap responsif terhadap persekitaran dalam kehidupan harian. Terdapat tiga elemen di bawah EKG iaitu Penggunaan dan Pengeluaran Lestari, Kewarganegaraan Global dan Perpaduan (KPM, 2016). Pelaksanaan EKG adalah selaras dengan Matlamat Pembangunan Lestari bagi memastikan kesejahteraan kesemua masyarakat dunia pada masa kini dan akan datang (Ling et al., 2019; Subiantoro & Mutiarani, 2021).

Objektif Elemen Penggunaan dan Pengeluaran Lestari adalah untuk melahirkan murid yang bertanggungjawab kepada sosio-ekonomi dan alam sekitar dalam aspek kepenggunaan (KPM, 2016). Pemilihan corak pemakanan amat berkait rapat dengan aktiviti kepenggunaan yang berlaku dalam kehidupan seharian. Kepenggunaan makanan secara lestari masih tidak terdapat di dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP). Namun begitu, penerapan Penggunaan Makanan secara Lestari dicadangkan untuk dilaksanakan melalui Elemen Merentas Kurikulum (EMK).

Pelaksanaan elemen pengeluaran dan penggunaan makanan secara lestari perlu diterapkan secara merentas kurikulum ke dalam sesi pembelajaran menggunakan kreativiti guru. Walaupun buku panduan pelaksanaan Elemen Kelestarian Global telah diterbitkan sebagai panduan guru, namun ia masih tidak lengkap dan tidak komprehensif di mana tiada contoh yang diberikan untuk melaksanakan elemen pengeluaran dan penggunaan makanan secara lestari.

Hermans dan Korhonen (2017) yang mencadangkan pendekatan pembelajaran dan reka bentuk yang sesuai dapat meningkatkan kesediaan murid untuk mengambil tindakan dalam mitigasi perubahan iklim. Oleh itu, pendekatan pembelajaran yang sesuai untuk mengintegrasikan pengetahuan tentang jejak karbon makanan yang menjadi asas kepada

penggunaan makanan secara lestari bagi tajuk Nutrisi perlu dikenal pasti. Ini kerana standard pembelajaran berkaitan jejak karbon makanan tidak dinyatakan secara eksplisit di dalam DSKP bagi mana-mana mata pelajaran dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) termasuk mata pelajaran Biologi.

Pembelajaran Berasaskan Masalah

Pembelajaran berasaskan masalah (PBM) adalah proses pembelajaran yang menyatakan masalah di awal sesi pembelajaran dan diikuti dengan proses mendapatkan rujukan dari pelbagai sumber untuk menyelesaikan masalah tersebut (Ab Hakim, N.A., & Iksan, 2018). Pendekatan PBM dilaporkan mampu meningkatkan keupayaan murid dalam menyelesaikan masalah berkaitan isu- isu alam sekitar (Amin et al., 2020; Chin, 2021; Hsieh, 2020). Eelens et al. (2019) melaporkan bahawa pendekatan PBM mempunyai peranan dalam membentuk sikap murid dalam menghadapi dunia sebenar. Dapatan ini selari dengan Nur Fadhilla Baharudin (2017) yang mendapati pendekatan PBM dapat memberi peluang kepada murid untuk membina sendiri pengetahuan serta mencari penyelesaian terhadap senario autentik yang diberi kepada mereka.

Selaras dengan tujuan meningkatkan tindakan murid dalam menjalankan mitigasi iklim, pendekatan PBM yang di reka bentuk dengan baik dianggap dapat meningkatkan amalan diet lestari murid melalui tajuk Nutrisi. Oleh kerana pemilihan corak diet merupakan perkara yang dihadapi oleh murid dalam kehidupan seharian, dan masalah berkaitan kesan perubahan iklim merupakan isu alam sekitar, kajian ini menggunakan pendekatan PBM bagi mengintegrasikan pengetahuan tentang jejak karbon makanan ke dalam tajuk Nutrisi dan melihat kesannya terhadap amalan diet lestari murid.

Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji kesan Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan Pembelajaran Berasaskan Masalah terhadap Amalan Diet Lestari Murid. Kajian ini adalah berlandaskan persoalan kajian yang berikut:

Apakah kesan Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan pembelajaran berasaskan masalah terhadap amalan diet lestari murid?

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka-bentuk kuasi- eksperimental. Secara khususnya, kajian yang dijalankan ini adalah menggunakan reka bentuk ujian pra-pasca kumpulan-kumpulan tidak setara (Creswell, 2014). Menurut Chua (2021) pula, reka bentuk ini paling kerap digunakan dan sesuai digunakan bagi mengenal pasti kesan intervensi yang dilaksanakan ke atas kumpulan rawatan. Kedua-dua kumpulan rawatan dan kawalan menjalani ujian pra sebelum intervensi diberikan kepada kumpulan rawatan. Kumpulan rawatan menjalankan Aktiviti Jejak Karbon Makanan yang menggunakan pendekatan PBM. Kumpulan kawalan menjalankan aktiviti pembelajaran berdasarkan panduan yang terdapat di dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Biologi Tingkatan Empat (KPM, 2018) sepenuhnya. Kedua-dua kumpulan diajar oleh guru yang sama bagi mengelakkan bias dari segi pengalaman dan gaya pengajaran guru. Selepas kedua-dua kumpulan melengkapkan kesemua standard pembelajaran yang mengandungi tiga aktiviti tersebut, kedua-dua

kumpulan menjalankan ujian pasca. Jadual 1 menunjukkan ringkasan reka bentuk kuasi-eksperimental yang dijalankan bagi kajian ini.

Jadual 1.1 Reka bentuk Kuasi Eksperimental Ujian Pra-pasca

Kumpulan	Ujian-Pra	Jenis Rawatan	Ujian- Pasca
Rawatan	S1	X1	S2
Kawalan	S3		S4

S1: Ujian Pra Kumpulan Rawatan S2: Ujian Pasca Kumpulan Rawatan
 X1: Intervensi Aktiviti Jejak Karbon Makanan
 S3: Ujian Pra Kumpulan Kawalan S4: Ujian Pasca Kumpulan Kawalan

Populasi dan Sampel Kajian

Kajian ini melibatkan 62 orang murid yang mengambil mata pelajaran Biologi sebagai mata pelajaran elektif di sebuah sekolah di negeri Melaka. Seramai 30 orang murid mewakili kumpulan rawatan manakala 32 murid mewakili kumpulan kawalan. Pemilihan murid adalah berdasarkan kelas yang ditentukan oleh pihak pentadbiran. Murid tidak dipilih secara rawak bagi mengelakkan masalah yang mungkin berbangkit akibat pengagihan rawak murid dalam sesi pembelajaran yang melibatkan mata pelajaran-mata pelajaran yang lain. Pemilihan Melaka sebagai populasi kajian adalah berdasarkan laporan yang berkaitan gaya pemakanan murid yang melaporkan tabiat pengambilan sayur-sayuran di kalangan remaja di Melaka (27.2%) adalah jauh lebih rendah berbanding dengan kelaziman di peringkat kebangsaan (36.0%) (Institut Kesihatan Umum, 2017).

Instrumen Kajian

Instrumen yang digunakan bagi kajian ini berbentuk soal selidik. Terdapat dua bahagian iaitu bahagian A dan B. Bahagian A adalah berkaitan maklumat demografi murid manakala bahagian B adalah berkaitan pemboleh ubah kajian. Pemboleh ubah yang dikaji ialah amalan diet lestari murid. Skala pengukuran item bagi setiap pemboleh ubah adalah dengan menggunakan skala Likert 5 mata. Penetapan mata skala adalah seperti berikut: 1-Sangat tidak setuju, 2-Tidak setuju, 3-Kurang setuju, 4-Setuju dan 5-Sangat Setuju.

Terdapat 19 item bagian B yang merangkumi soalan-soalan berkaitan amalan diet lestari. Instrumen kajian telah melalui semakan kesahan pakar yang merupakan daripada pensyarah daripada dua buah universiti tempatan dan dua orang guru pakar yang berpengalaman lebih daripada 15 tahun. Hasil daripada penilaian daripada 4 orang pakar kesahan tersebut, hanya 19 item yang digunakan berbanding 20 item yang disediakan. Ini kerana, item ke-16 telah dibatalkan kerana struktur dan maksud ayat yang mengelirukan responden. Item-item soal selidik tersebut adalah hasil adaptasi daripada dua instrumen soal selidik yang telah diguna pakai dalam kajian “*Knowledge, attitude and practice regarding dietary fibre intake among Malaysian rural and urban adolescents*” oleh Daud et al. (2018) dan instrumen yang

dibangunkan oleh Yoo et al. (2022) dalam kajian “*Development of a Food Literacy Assessment Tool for Healthy, Joyful, and Sustainable Diet in South Korea*”.

Kajian rintis bagi instrument soal selidik amalan diet lestari murid telah dijalankan melibatkan 44 orang murid tingkatan empat yang mengambil mata pelajaran Biologi di sebuah sekolah yang berhampiran dengan sekolah sampel kajian sebenar. Nilai kebolehpercayaan Alpha Cronbach yang diperoleh hasil kajian rintis yang dijalankan ialah 0.785, melebihi 0.7 iaitu pada aras yang boleh diterima (Hair et al., 2010).

Bagi menjalankan aktiviti intervensi, RPH bagi kedua-dua kumpulan disediakan sebagai panduan guru. Guru diberi taklimat bagaimana menjalankan Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan PBM. Bagi kumpulan kawalan, guru menjalankan sesi pengajaran secara konvensional berdasarkan RPH umum yang menepati DSKP Biologi yang telah disediakan. Tiga standard pembelajaran yang perlu dikuasai dalam standard kandungan Gizi Seimbang KPM (2018) oleh kedua-dua kumpulan adalah:

- i. Mengeksperimen untuk mengkaji nilai tenaga dalam sampel makanan.
- ii. Mengeksperimen untuk menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah- buahan atau jus sayur-sayuran.
- iii. Mewajarkan pengubahsuaian diet bagi individu yang:
 - (i) mengalami obesiti.
 - (ii) menghidap penyakit tertentu- diabetes, kardiovaskular, kanser.

RPH intervensi yang disediakan bagi kumpulan rawatan dengan mengintegrasikan pengetahuan jejak karbon makanan melalui Elemen Kelestarian Global. Oleh yang demikian, RPH bagi Aktiviti Jejak Karbon Makanan dibangunkan selaras dengan standard pembelajaran Gizi Seimbang dalam DSKP Biologi KSSM (KPM, 2018) dan bidang pembelajaran berkaitan kesan penggunaan makanan terhadap perubahan iklim, yang terdapat dalam Buku Panduan Pelaksanaan Elemen Kelestarian Global. Aktiviti tersebut mengintegrasikan pengetahuan berkaitan jejak karbon makanan di dalam tajuk Nutrisi bagi standard kandungan Gizi Seimbang. Intervensi selama lapan minggu (Cai et al., 2023; Moravejolahkami et al., 2020; Sulaiman et al., 2023) yang dijalankan merangkumi tiga aktiviti pembelajaran.

Tiga aktiviti intervensi yang diberikan kepada kumpulan kawalan mengintegrasikan saranan-saranan diet lestari seperti meningkatkan makanan berasaskan tumbuhan seperti kekacang berbanding makanan berasaskan daging haiwan ruminan, mengurangkan makanan diproses, memilih makanan tempatan berbanding makanan import. Jadual 1.2 menunjukkan perbandingan standard pembelajaran aktiviti bagi kumpulan kawalan dan objektif bagi aktiviti Jejak Karbon Makanan yang diberikan kepada kumpulan rawatan.

Jadual 1.2. Standard Pembelajaran aktiviti bagi Kumpulan Kawalan dan Objektif Aktiviti Jejak Karbon Makanan

Standard Pembelajaran DSKP Biologi Tingkatan Empat	Objektif Aktiviti Jejak Karbon Makanan
--	---

Aktiviti 1	Mengeksperimen untuk mengkaji nilai tenaga dalam sampel makanan.	Menentukan nilai tenaga bagi sampel makanan berasaskan haiwan dan tumbuhan. Mengenal pasti kaitan antara pengambilan tenaga daripada makanan berasaskan daging proses dengan jejak karbon makanan.
Aktiviti 2	Mengeksperimen untuk menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau jus sayur-sayuran.	Menghitung kandungan vitamin C menggunakan formula. Membandingkan dua sampel jus buah dari segi kandungan vitamin C dan penghasilan jejak karbon makanan.
Sambungan: Jadual 1.2		
Aktiviti 3	Mewajarkan pengubahsuaian diet bagi individu yang mengalami obesiti dan menghidap penyakit tertentu seperti diabetes mellitus, kardiovaskular dan kanser.	Menyenaraikan faktor yang perlu diambil kira dalam menentukan pemilihan diet seseorang dari aspek kesihatan dan nilai jejak karbon makanan.

Analisis Data

Data yang diperoleh daripada ujian pengetahuan pra dan pasca serta soal selidik amalan diet lestari dianalisis berdasarkan objektif kajian. Analisis yang dijalankan adalah bagi menjawab persoalan kajian yang bertujuan mengenal pasti kesan Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan PBM terhadap Amalan Diet Lestari Murid. Pengkaji menggunakan perisian *The Statistical Packages for the Social Sciences (SPSS)* versi 26.0 bagi membantu proses penganalisan data-data yang telah dikumpulkan. Analisis deskriptif seperti frekuensi dan peratus digunakan bagi menentukan maklumat demografi murid. Pengkaji juga akan menjalankan analisis inferensi iaitu Ujian-t yang dapat menunjukkan kesan aktiviti intervensi yang dijalankan berdasarkan perbezaan skor min yang signifikan antara kumpulan rawatan dan kawalan.

DAPATAN KAJIAN

Dapatan kajian adalah berdasarkan data yang diperoleh daripada soal selidik iaitu tentang latar belakang demografi, daripada bahagian A dan berkaitan amalan diet lestari murid daripada bahagian B.

Latar belakang Demografi Responden

Jumlah keseluruhan murid adalah seramai 62 orang iaitu 38 orang murid lelaki dan 24 orang murid perempuan. Bilangan murid lelaki bagi kedua-dua kumpulan adalah sama iaitu seramai 19 orang. Kumpulan rawatan diwakili oleh 11 orang murid perempuan, manakala kumpulan kawalan diwakili seramai 13 orang murid perempuan. Peratus tertinggi murid mempunyai ibu bapa yang berpendapatan antara RM 5001 hingga RM 10000, iaitu mewakili 43.5% daripada keseluruhan murid. Peratus murid yang tinggal di kawasan bandar adalah lebih tinggi iaitu sebanyak 77.4% berbanding yang tinggal di luar bandar iaitu hanya 22.6%. Jadual 1.3 memaparkan latar belakang demografi murid.

Jadual 1.3. Latar Belakang Demografi Murid

Latar Belakang Demografi	Item	Jumlah Keseluruhan (n=62)		Kumpulan Rawatan (n=30)		Kumpulan Kawalan (n=32)	
		n	(%)	n	(%)	n	(%)
Jantina Murid	Lelaki	38	61.3	19	63.3	19	59.4
	Perempuan	24	38.7	11	36.7	13	40.6
Pendapatan Ibubapa (RM)	Kurang 2000	8	12.9	0	0.0	8	25.0
	2001- 5000	17	27.4	10	33.3	7	21.9
	5001- 10000	27	43.5	13	43.3	14	43.8
	Lebih 10000	10	16.1	7	23.3	3	9.4
Kawasan Tempatan Tinggal	Bandar	48	77.4	24	80.0	24	75.0
	Luar Bandar	14	22.6	6	20.0	8	25.0

Kesan Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan Pembelajaran Berasaskan Masalah terhadap Amalan Diet Lestari Murid

Bagi menjawab persoalan kajian: Apakah kesan Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan pembelajaran berasaskan masalah terhadap amalan diet lestari murid, analisis inferensi dijalankan bagi menerima atau menolak hipotesis kajian. Ujian normaliti dijalankan terlebih dahulu bagi memastikan analisis inferensi dapat diteruskan. Hasil ujian normaliti menunjukkan bahawa nilai p Kolmogorov-Smirnov tidak signifikan, di mana $p > .05$ menunjukkan taburan normal dan memenuhi syarat-syarat untuk menjalankan analisis inferens (Pallant, 2020). Ujian t-bebas digunakan untuk menentukan perbezaan dalam skor min amalan diet lestari antara kumpulan rawatan dan kawalan selepas intervensi. Ujian-t sampel berulang digunakan untuk menentukan perbezaan skor min amalan diet lestari antara pra-ujian dan pasca ujian dalam kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan.

Data soal selidik ujian pra bagi kedua-dua kumpulan rawatan dan kawalan dianalisis menggunakan Ujian -t Sampel Bebas bagi menerima atau menolak hipotesis berkaitan

perbezaan tahap amalan diet lestari sebelum menjalankan aktiviti Jejak Karbon Makanan ke atas kumpulan rawatan. Jadual 1.4 menunjukkan analisis inferensi, Ujian- t sampel bebas bagi Amalan Diet Lestari murid bagi ujian pra. Ujian Leven’s untuk homogeniti varian menunjukkan $p > .05$, oleh itu kedua-dua kumpulan rawatan dan kawalan mempunyai nilai varians yang setara sebelum ujian dijalankan.

Analisis Ujian -t bagi skor ujian pra menunjukkan bahawa tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara skor min amalan diet lestari dalam ujian pra bagi kumpulan rawatan ($M= 3.67$, $SD= 0.47$) dan kawalan ($M= 3.74$, $SD= 0.37$) dengan nilai $t(60) = -0.717$, $p > .05$. Dapatan ini menunjukkan bahawa kedua-dua kumpulan rawatan dan kawalan mempunyai amalan diet lestari yang sama sebelum intervensi Aktiviti Jejak Karbon Makanan dijalankan.

Jadual 1.4. Ujian -t Sampel Bebas Amalan Diet Lestari (Ujian Pra)

Kumpulan	N	Min	Sisihan Piawai	t	df	Sig (2-tailed)
Rawatan	30	3.66	0.47	-0.717	60	.476*
Kawalan	32	3.74	0.37			

* < .05

Ujian pasca telah dijalankan di mana kedua-dua kumpulan, rawatan dan kawalan telah diminta untuk menjawab soal selidik “Amalan Diet Lestari Murid”. Jadual 1.5 menunjukkan Ujian- t Sampel Bebas bagi Amalan Diet Lestari murid bagi ujian pasca. Terdapat perbezaan yang signifikan antara skor min amalan diet lestari murid dalam ujian pasca bagi kumpulan rawatan ($M= 3.88$, $SD= 0.48$) dan kawalan ($M= 3.66$, $SD= 0.26$) dengan nilai $t(43.815) = 2.177$, $p < 0.05$. Skor min amalan diet lestari murid kumpulan rawatan lebih tinggi berbanding kumpulan kawalan dengan perbezaan yang signifikan. Jadual 1.5 menunjukkan Ujian-t Sampel Bebas amalan diet lestari bagi ujian pasca.

Jadual 1.5. Ujian-t Sampel Bebas Amalan Diet Lestari (Ujian Pasca)

Kumpulan	N	Min	Sisihan Piawai	t	df	Sig (2-tailed)
Rawatan	30	3.88	0.48	2.177	44	.035*
Kawalan	32	3.66	0.26			

* < .05

PERBINCANGAN

Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara skor min amalan bagi kumpulan rawatan dan kawalan dalam ujian pra. Tahap amalan diet lestari bagi kedua-dua kumpulan rawatan dan kawalan adalah setara pada ujian pra. Pendedahan murid kepada kepenggunaan makanan secara lestari masih kurang. Selain belum ada dalam DSKP, pendedahan berkaitan dalam amalan diet kurang diberikan secara informal melalui program kurikulum tambahan. Dapatan

kajian Wong et al. (2017) yang melaporkan bahawa sekolah lebih banyak menyertai program-program yang melibatkan kitar semula berbanding aktiviti yang berfokus kepada kelestarian yang melibatkan pengetahuan tentang jejak karbon. Tahap amalan diet lestari yang sederhana dalam kajian ini mungkin menunjukkan usaha untuk mengurangkan jejak karbon makanan masih kurang didedahkan kepada murid.

Tahap pengetahuan sedia ada yang sama dalam kalangan murid menyebabkan mereka mempunyai tahap amalan diet lestari yang sama. Murid mempunyai asas pengetahuan tentang gizi seimbang hasil pendekatan pembelajaran yang sama semasa berada di menengah rendah. Dapatan ini bertepatan dengan kajian yang dijalankan oleh Chin (2021) yang mencadangkan bahawa murid mempunyai tahap pengetahuan sedia ada yang sama kerana melalui proses pembelajaran yang sama. Pendekatan PBM masih kurang digunakan berdasarkan laporan oleh Nor Amalina dan Zanaton (2018) yang menyatakan kemahiran pelaksanaan PBM dalam kalangan yang guru berada pada tahap sederhana.

Selain itu, pembelajaran berkaitan tajuk nutrisi di dalam DSKP hanya memfokuskan aspek kesihatan. Pengintegrasian tentang kesan corak diet terhadap perubahan iklim masih belum dinyatakan secara eksplisit di dalam DSKP. Oleh yang demikian, guru tidak menerapkan pengetahuan berkaitan jejak karbon dalam tajuk nutrisi. Menurut Herman et al. (2017) kefahaman guru tentang perubahan iklim masih kurang tepat dan mereka masih sukar mengaitkan isu-isu berkaitan perubahan iklim dengan sosial, politik, dan ekonomi yang melibatkan kehidupan seharian. Tambahan pula hasil dapatan Monroe et al. (2019) menunjukkan bahawa masih ramai guru sains sekolah menengah percaya bahawa tugas mereka dalam menyampaikan maklumat mengenai perubahan iklim adalah terhad.

Selepas intervensi dijalankan, terdapat perbezaan yang signifikan skor min amalan diet lestari murid kumpulan rawatan berbanding kumpulan kawalan. Dapatan ini menunjukkan bahawa, Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan PBM telah dapat meningkatkan amalan diet lestari murid. Dapatan ini menunjukkan bahawa literasi iklim yang berkaitan kesan kepenggunaan makanan terhadap iklim yang diterapkan melalui EKG meningkatkan amalan mitigasi murid melalui penggunaan makanan. Dapatan ini selari dengan kajian yang dijalankan oleh Alves et al. (2018) yang melaporkan bahawa penerapan literasi iklim dapat menggalakkan amalan yang lebih baik terhadap perubahan iklim.

Dapatan ini juga membuktikan Aktiviti Jejak Karbon dengan RPH komprehensif yang disediakan untuk guru dapat mengatasi kesukaran guru dalam mengaitkan isu-isu berkaitan perubahan iklim yang melibatkan kehidupan seharian dalam topik yang diajar (Herman et al., 2017). Dapatan ini turut membuktikan bahawa penentuan objektif EKG berkaitan Penggunaan Dan Pengeluaran Lestari yang disertakan di dalam RPH juga membantu guru untuk melaksanakan pendidikan perubahan iklim yang sebelum ini dilaporkan sukar dijalankan (Reis & Ballinger, 2020). Pembelajaran tajuk nutrisi dengan integrasi pengetahuan tentang kesan corak diet kepada alam sekitar merupakan penggabungan kedua-dua aspek kesihatan dan aspek kelestarian. Menurut Meybeck dan Gitz (2017), pengintegrasian kedua-dua aspek kesihatan dan alam sekitar dalam pembelajaran tentang nutrisi adalah antara sebab perubahan boleh membantu peralihan kepada diet lestari.

Perbezaan yang signifikan skor min amalan diet lestari murid kumpulan rawatan dan kawalan menunjukkan bahawa Aktiviti Jejak Karbon Makanan yang menggunakan pendekatan PBM berkesan dalam meningkatkan amalan diet lestari murid. Penggunaan pendekatan PBM telah

meningkatkan kebolehan murid dalam menyelesaikan masalah yang berlaku dalam kehidupan seharian mereka yang melibatkan pemilihan diet. Dapatan kajian ini juga selari dengan kajian Adanali dan Alim (2019), Amin et al. (2020), dan Hsieh (2020) yang melaporkan bahawa pendekatan PBM dapat meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah murid serta membantu perkembangan kesedaran kelestarian alam sekitar dalam kalangan murid.

KESIMPULAN

Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan pembelajaran berasaskan masalah yang mengintegrasikan pengetahuan tentang kesan penggunaan makanan terhadap perubahan iklim dalam standard kandungan Gizi Seimbang dapat meningkatkan amalan lestari murid sekolah menengah. Pembelajaran bagi tajuk nutrisi yang bukan sahaja berfokus kepada aspek kesihatan, malah turut memberi tumpuan kepada aspek alam sekitar dan kelestarian dalam intervensi. Penemuan ini penting untuk menggalakkan murid mengamalkan diet lestari untuk meminimumkan risiko perubahan iklim di samping meningkatkan kesihatan awam. Pengetahuan asas tentang jejak karbon makanan melalui Elemen Kelestarian Global (EKG) yang dijalankan telah meningkatkan tahap amalan diet lestari murid. Pendekatan pembelajaran berasaskan masalah adalah sesuai digunakan dalam Aktiviti Jejak Karbon Makanan kerana dapat memberi peluang kepada murid untuk menyelesaikan masalah dengan lebih kritikal dalam situasi yang mirip kepada masalah yang dihadapi dalam kehidupan seharian khususnya dalam pemilihan corak diet.

Implikasi Kajian

Peningkatan amalan diet lestari murid memberi implikasi bahawa amalan responsif murid terhadap persekitaran dalam kehidupan harian terutamanya dalam aspek kepenggunaan lestari dapat ditingkatkan melalui penerapan EKG berkaitan Pengeluaran Lestari dalam standard kandungan Gizi Seimbang. Kajian ini juga memberi implikasi dari segi meningkatkan keupayaan murid menyelesaikan masalah dan membuat keputusan yang bijak dalam pemilihan diet yang memberi kesan yang rendah terhadap perubahan iklim yang merupakan isu global yang perlu diatasi.

Limitasi Kajian

Kajian ini merupakan satu kajian kuasi-eksperimental dan ianya terhad kepada murid Biologi di sebuah sekolah di Melaka sahaja. Secara umumnya, kajian ini menunjukkan Aktiviti Jejak Karbon Makanan melalui pendekatan PBM dalam Standard Kandungan Gizi Seimbang memberi kesan peningkatan terhadap amalan diet lestari murid. Dapatan kajian yang diperolehi diharap dapat memberi saranan yang boleh dijadikan panduan kepada pelaksanaan Elemen Kelestarian Global bagi meningkatkan amalan lestari murid sebagai salah satu strategi mitigasi melalui pendidikan. Daripada hasil dapatan kajian, pendekatan pembelajaran aktif yang lain seperti pendekatan pembelajaran berasaskan projek boleh dijalankan sebagai kajian lanjutan pada masa yang akan datang bagi melihat kesannya terhadap peningkatan amalan diet lestari murid.

RUJUKAN

- Ab Hakim, N.A., & Iksan, Z. (2018). Pengetahuan, Kemahiran Pelaksanaan Dan Sikap Guru Terhadap Pembelajaran Berasaskan Masalah (Pbm) Dalam Mata Pelajaran Sains. *Seminar Antarabangsa Isu-Isu Pendidikan (ISPEN2018)*, 72–82.
- Adanali, R., & Alim, M. (2019). The students' behaviours at the instructional geocaching applied in problem-based environmental education. *Review of International Geographical Education Online*, 9(1), 122–148. <https://doi.org/10.33403/rigeo.573478>
- Alhothali, G. T., Almoraie, N. M., & Shatwan, I. M. (2021). *Sociodemographic Characteristics and Dietary Choices as Determinants of Climate Change Understanding and Concern in Saudi Arabia*.
- Alves, F., Nicolau, L. B., Lima, D., Azeiteiro, U. M., & Nicolau, P. B. (2018). *University Student's Perceptions About Climate Change: The Case of Interior Design and Architecture Students of a Brazilian University BT - Handbook of Climate Change Communication: Vol. 2: Practice of Climate Change Communication* (W. Leal Filho, E. Manolas, A. M. Azul, U. M. Azeiteiro, & H. McGhie (eds.); pp. 183–203). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70066-3_13
- Amin, S., Utaya, S., Bachri, S., Sumarmi, & Susilo, S. (2020). Effect of problem-based learning on critical thinking skills and environmental attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 743–755. <https://doi.org/10.17478/jegys.650344>
- Baharudin, N. F. (2017). *Pembinaan dan Penilaian Modul PBM-SC2 dan Kesan Terhadap KBAT, Motivasi dan Refleksi dalam kalangan Pelajar*. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Belgacem, W., Mattas, K., Arampatzis, G., & Baourakis, G. (2021). Changing dietary behavior for better biodiversity preservation: A preliminary study. *Nutrients*, 13(6), 1–13. <https://doi.org/10.3390/nu13062076>
- Cai, Z., Luo, X., Xu, X., Shi, Z., Reis, C., Sharma, M., Hou, X., & Zhao, Y. (2023). Effect of WeChat-based intervention on food safety knowledge, attitudes and practices among university students in Chongqing, China: a quasi-experimental study. *Journal of Health, Population, and Nutrition*, 42(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s41043-023-00360-y>
- Chin, L. S. (2021). *Pembelajaran Berasaskan Permainan Digital Meningkatkan Pemahaman Murid Terhadap Pembelajaran Alam Sekitar* (p. 196).
- Chua Yan Piaw. (2021). *Kaedah Penyelidikan* (Edisi 4). Mc Graw Hill.
- Clune, S., Crossin, E., & Verghese, K. (2017). Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *Journal of Cleaner Production*, 140, 766–783. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.082>
- Cordero, E. C., Centeno, D., & Todd, A. M. (2020). The role of climate change education on individual lifetime carbon emissions. *PLoS ONE*, 15(2), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206266>
- Creswell, John.W, C. J. D. (2014). Research Design. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Daud, N. M., & , Nor Izati Fadzil, Lam Kit Yan, Ika Aida Aprilini Makbul, Noor Fairuzi Suhana Yahya, A. H. T. & H. A. R. (2018). Knowledge, attitude and practice regarding

- dietary fibre intake among Malaysian rural and urban adolescents. *Malaysian Journal of Nutrition*, 24(1), 77–88.
- Dósa, K., & Russ, R. S. (2020). Making sense of carbon footprints: how carbon literacy and quantitative literacy affects information gathering and decision-making. *Environmental Education Research*, 26(3), 421–453. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1569205>
- Eelens, L. N., Kloeg, J., & Noordzij, G. (2019). PBL and sustainable education : addressing the problem of isolation. *Advances in Health Sciences Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10459-019-09927-z>
- Ferreira, H., Pinto, E., & Vasconcelos, M. W. (2021). Legumes as a Cornerstone of the Transition Toward More Sustainable Agri-Food Systems and Diets in Europe. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.694121>
- Ghammachi, N., Dharmayani, P. N. A., Mihrshahi, S., & Ronto, R. (2022). Investigating Web-Based Nutrition Education Interventions for Promoting Sustainable and Healthy Diets in Young Adults: A Systematic Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph19031691>
- Hair, J., Anderson, R., Babin, B., & Black, W. (2010). *Multivariate Data Analysis.pdf. In Australia : Cengage: Vol. 7 edition (p. 758).*
- Hanifah Mahat, Mohmadisa Hashim, Yazid Saleh, Nasir Nayan, S. B. N. (2018). Program Komuniti Sekolah Karbon Rendah Melalui Aktiviti Pendidikan Pembangunan Lestari. *Journal of Human Capital Development*, 11(1), 36–49.
- Herman, B. C., Feldman, A., & Vernaza-Hernandez, V. (2017). Florida and Puerto Rico Secondary Science Teachers’ Knowledge and Teaching of Climate Change Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(3), 451–471. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9706-6>
- Hermans, M., & Korhonen, J. (2017). Ninth graders and climate change: Attitudes towards consequences, views on mitigation, and predictors of willingness to act. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26(3), 223–239. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1330035>
- Hsieh, H. C. L. (2020). Integration of environmental sustainability issues into the “game design theory and practice” design course. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16), 1–19. <https://doi.org/10.3390/SU12166334>
- Institut Kesihatan Umum. (2017). The National Health and Morbidity Survey 2017: Adolescent Nutrition Survey 2017. In *Perpustakaan Negara Malaysia: Vol. I*. https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9781107415324A009/type/book_part
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2016). *Buku Panduan Pelaksanaan Kelestarian Global*. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2018). *DSKP KSSM Biologi Tingkatan 4 dan 5*.
- Kuthe, A., Körfggen, A., Stötter, J., & Keller, L. (2020). Strengthening their climate change literacy: A case study addressing the weaknesses in young people’s climate change awareness. *Applied Environmental Education and Communication*, 19(4), 375–388. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2019.1597661>

- Ling, L. S., Pang, V., & Lajium, D. (2019). the Planning of Integrated Stem Education Based on Standards and Contextual Issues of Sustainable Development Goals (Sdg). *Journal of Nusantara Studies (JONUS)*, 4(1), 300. <https://doi.org/10.24200/jonus.vol4iss1pp300-315>
- Meybeck, A., & Gitz, V. (2017). Conference on “Sustainable food consumption” Sustainable diets within sustainable food systems. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(1), 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0029665116000653>
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Moravejolahkami, A. R., Esfandiari, Z., Ebdali, H., Ganjali Dashti, M., Hassanzadeh, A., Ziaei, H., & Bahreini Esfahani, N. (2020). Employees’ knowledge, attitude and practice of food additives; impacts of an educational intervention. *Nutrition and Food Science*, 50(6), 1199–1212. <https://doi.org/10.1108/NFS-11-2019-0346>
- Nawi, N. D., Phang, F. A., Mohd-Yusof, K., Rahman, N. F. A., Zakaria, Z. Y., Hassan, S. A. H. bin S., & Musa, A. N. (2019). Instilling low carbon awareness through Technology-Enhanced Cooperative Problem Based Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(24), 152–166. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i24.12135>
- Nayan, N., Mahat, H., Hashim, M., Saleh, Y. & Norkhaidi, S. B. (2020). Climate literacy awareness among preservice teachers in Malaysia. *Cakrawala Pendidikan*, 39(1), 89–101. <https://doi.org/10.21831/cp.v39i1.26873>
- Özel, M., Bogueva, D., Marinova, D., & Tekiner, I. H. (2022). Climate Change Knowledge and Awareness of Nutrition Professionals: A Case Study from Turkey. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su14073774>
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual : A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed). Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781003117452>
- Phang, F. A., Yoke, W. W., Siong, H. C., & Musa, A. N. (2017). Achieving low carbon society through primary school ecolife challenge in Iskandar Malaysia. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 415–420. <https://doi.org/10.3303/CET1756070>
- Rancilio, G., Gibin, D., Blaco, A., & Casagrandi, R. (2022). Low-GHG culturally acceptable diets to reduce individual carbon footprint by 20%. *Journal of Cleaner Production*, 338. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130623>
- Reis, J., & Ballinger, R. C. (2020). Creating a climate for learning-experiences of educating existing and future decision-makers about climate change. *Marine Policy*, 111. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.07.007>
- Röös, E., Carlsson, G., Ferawati, F., Hefni, M., Stephan, A., Tidåker, P., & Withhöft, C. (2020). Less meat, more legumes: Prospects and challenges in the transition toward sustainable diets in Sweden. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(2), 192–205. <https://doi.org/10.1017/S1742170518000443>
- Rose, D., Heller, M. C., & Roberto, C. A. (2019). Position of the Society for Nutrition Education and Behavior: The Importance of Including Environmental Sustainability in Dietary Guidance. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 51(1), 3-15.e1.

<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2018.07.006>

- Shwom, R., Isenhour, C., Jordan, R. C., McCright, A. M., & Robinson, J. M. (2017). Integrating the social sciences to enhance climate literacy. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(7), 377–384. <https://doi.org/10.1002/fee.1519>
- Sjörs, C., Raposo, S. E., Sjölander, A., Bälter, O., Hedenus, F., & Bälter, K. (2016). Diet-related greenhouse gas emissions assessed by a food frequency questionnaire and validated using 7-day weighed food records. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0110-7>
- Smith, K., Wells, R., & Hawkes, C. (2022). How Primary School Curriculums in 11 Countries around the World Deliver Food Education and Address Food Literacy: A Policy Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph19042019>
- Song, G., Li, M., Fullana-i-Palmer, P., Williamson, D., & Wang, Y. (2017). Dietary changes to mitigate climate change and benefit public health in China. *Science of the Total Environment*, 577, 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.184>
- Subiantoro, A. W., & Mutiarani, Y. P. (2021). Promoting health education through biology: The effectivity of a 5E-learning scenario on nutrition and digestive system topic towards high school students' health literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012156>
- Suhaimi, N., & Mahmud, S. N. D. (2022). A Bibliometric Analysis of Climate Change Literacy between 2001 and 2021. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141911940>
- Sulaiman, F., Rosales, J. J., & Kyung, L. J. (2023). The Effectiveness Of The Integrated Stem- Pbl Physics Module On Students ' Interest, Sense- Making And Effort. *Journal of Baltic Science Education*, 22(1), 113–129. <https://doi.org/https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.113>
- Tolppanen, S., Claudelin, A., & Kang, J. (2021). Pre-service Teachers' Knowledge and Perceptions of the Impact of Mitigative Climate Actions and Their Willingness to Act. *Research in Science Education*, 51(6), 1629–1649. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09921-1>
- Wong, W. Y., Phang, F. A., Ho, C. S., & Musa, A. N. (2017). Sustainable & low carbon practices at schools in Iskandar Malaysia. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 313–318. <https://doi.org/10.3303/CET1756053>
- WWF. (2018). The Changing Foods On The British Plate. In *Food in a Warming World*. https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2018-03/Food_in_a_warming_world_report.PDF