

Meta-Analisis Pengaruh Blansir terhadap Total Fenolik Buah dan Sayur

[*Meta-Analysis on Effects of Blanching on Total Phenolic Content of Fruits and Vegetables*]

Maureen Sabila¹⁾, Sugiyono^{1)*}, Dias Indrasti¹⁾, dan Anuraga Jayanegara²⁾

¹⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

²⁾ Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Bogor, Indonesia

Diterima 17 Oktober 2023 / Direvisi 14 Desember 2023 / Disetujui 15 Januari 2024

ABSTRACT

Blanching is the most common pretreatment method for fruits and vegetables to maintain product quality. Numerous studies revealed desirable impacts of the process to total phenolic content, while the others showed opposite results. In addition, some differences in the blanching condition such as methods and classification of fruits and vegetables were also known able to affect total phenolic content. This study aimed to analyze the effect of blanching on total phenolic content in vegetables and fruits through a meta-analysis approach. Study selection was conducted with a PRISMA method. There were 28 articles and 82 data used for meta-analysis. The data were analyzed by Hedges'd to calculate the effect size with confidence interval (CI) utilizing OpenMee software. The result showed that blanching demonstrated significant effects on the rise of total phenolic content (hedges'd[95% CI]: 0.782 [0.037 to 1.527]; $p < 0.05$). Based on fruits and vegetables subgroups, the blanching significantly affected the increase of total phenolic content in leaves (hedges'd[95% CI]: 1.484 [0.185–2.782]) and fruits (hedges'd[95% CI]: 2.504 [0.153–4.854]) compared to stems and stalks, fruits as vegetable, shoots and sprouts, pulse, and flowers. Meanwhile, in terms of blanching method subgroups, hot water blanching (hedges'd[95% CI]: 1.096 [0.234–1.959]) had significant effects on the rise of total phenolic content compared to steam blanching. Moreover, this meta-analysis was robust against publication bias.

Keywords: blanching, fruits, meta-analysis, total phenolic, vegetables

ABSTRAK

Blansir merupakan metode perlakuan awal yang paling umum pada buah dan sayur untuk menjaga kualitas produk. Berbagai penelitian menunjukkan hasil positif yang dapat meningkatkan total fenolik, namun beberapa penelitian menunjukkan hasil sebaliknya. Selain itu, perbedaan parameter blansir seperti metode blansir dan klasifikasi buah dan sayur pada beberapa penelitian juga diketahui dapat meningkatkan maupun menurunkan kandungan total fenolik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh blansir terhadap total fenolik pada buah dan sayur menggunakan meta-analisis. Seleksi studi dilakukan dengan metode PRISMA. Ada 28 artikel dan 82 data yang digunakan untuk meta-analisis. Data dianalisis dengan metode Hedges'd untuk menghitung ukuran efek dengan interval kepercayaan (CI) menggunakan perangkat lunak OpenMee. Hasil penelitian menunjukkan bahwa blansir berpengaruh signifikan terhadap peningkatan total fenolik (hedges'd[95% CI]: 0,782 [0,037–1,527]; $p < 0,05$). Pada sub kelompok klasifikasi buah dan sayur, blansir berpengaruh signifikan terhadap peningkatan total fenolik pada daun (hedges'd[95% CI]: 1,484 [0,185–2,782]), dan buah (hedges'd[95% CI]: 2,504 [0,153–4,854]) dibandingkan dengan tangkai dan batang, buah sebagai sayuran, tunas dan kecambah, kacang-kacangan, dan bunga. Pada sub kelompok metode blansir, blansir air panas (hedges'd[95% CI]: 1,096 [0,234–1,959]) berpengaruh signifikan terhadap peningkatan total fenolik dibandingkan dengan blansir uap panas. Selain itu, meta-analisis ini kekar terhadap bias publikasi.

Kata Kunci: blansir, buah, meta-analisis, sayur, total fenolik

PENDAHULUAN

Blansir merupakan metode perlakuan awal yang paling banyak dilakukan pada sayur dan buah

untuk menjaga kualitas produk. Sebelum disimpan, buah dan sayur diberi perlakuan blansir untuk meningkatkan stabilitas penyimpanan. Menurut Nie *et al.* (2021) blansir dapat menunda pembusukan buah dan sayur, mencegah oksidasi, melunakkan jaringan, dan memperbaiki tekstur. Selain itu, blansir

*Penulis Korespondensi: E-mail: sugiyono@apps.ipb.ac.id

juga dapat menonaktifkan enzim untuk mencegah perubahan rasa, aroma, dan pencokelatan.

Ada beberapa metode blansir yang dapat ditemukan dalam industri maupun skala laboratorium. Beberapa diantaranya yaitu blansir air panas, blansir uap panas, blansir *microwave*, dan blansir gas. Teknik blansir yang standar dan umum dilakukan adalah blansir air panas dan blansir uap panas. Blansir air panas banyak digunakan karena aplikasinya yang sederhana (Wang *et al.*, 2017). Blansir secara umum bertujuan untuk menonaktifkan enzim polifenoloksidase. Enzim ini mengkatalis oksidasi senyawa fenolik yang berkaitan dengan pencokelatan bahan pangan (Bobasa *et al.*, 2023). Reaksi oksidasi senyawa fenolik akan membentuk kuinon yang dengan cepat berpolimerisasi untuk membentuk pigmen cokelat (DeMan *et al.*, 2018).

Fenolik umumnya terdapat dalam buah dan sayur (DeMan *et al.*, 2018). Fenolik merupakan senyawa antioksidan yang dapat membersihkan radikal bebas dengan cara sebagai agen pendonor hidrogen atau elektron (Kartika *et al.*, 2020). Radikal bebas adalah atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif, sehingga jika bereaksi terus-menerus di dalam tubuh manusia dikhawatirkan dapat merusak sel dan berbahaya bagi kesehatan (Marjoni *et al.*, 2015). Proses blansir dibutuhkan untuk menonaktifkan enzim polifenoloksidase tersebut agar dapat mempertahankan dan/atau meningkatkan kadar fenolik pada buah dan sayur.

Proses blansir umumnya dapat menurunkan total fenolik pada buah dan sayur. Contohnya pada dill (Nartnampong *et al.*, 2016), akar seledri (Priecina *et al.*, 2018), dan kembang kol (Ahmed dan Ali, 2013). Namun terdapat beberapa penelitian lain yang bertolak belakang, yaitu menunjukkan bahwa blansir dapat meningkatkan total fenolik buah dan sayur seperti pada pare *var. manima* (Choo *et al.*, 2014), kecipir, buncis (Chang *et al.*, 2021), dan daun kemangi Thailand (Le *et al.*, 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa proses ini memberikan hasil yang beragam, sehingga pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur belum dapat tergambarkan dengan jelas. Berdasarkan data yang bertolak belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian menggunakan studi meta-analisis. Meta-analisis adalah studi kuantitatif yang akan menghasilkan kesimpulan berdasarkan analisis statistik dari sekumpulan data pada berbagai sumber penelitian. Tingkat realibilitasnya baik sehingga dapat digunakan untuk membuktikan kebenaran suatu teori ilmiah (Gurevitch *et al.*, 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur, menentukan klasifikasi buah dan sayur yang mengalami peningkatan total fenolik setelah blansir, dan menentukan metode blansir untuk meningkatkan total fenolik pada buah dan sayur. Hipotesis

penelitian ini adalah klasifikasi buah dan sayur yang menunjukkan peningkatan total fenolik akibat perlakuan blansir dan terdapat metode blansir yang dapat meningkatkan total fenolik buah dan sayur.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam kajian meta-analisis ini adalah artikel penelitian yang dipublikasikan di jurnal nasional terindeks SINTA dan jurnal internasional terindeks Scopus.

Pencarian artikel sumber studi

Artikel dicari mengacu pada pedoman *preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis statement* (PRISMA) (Page *et al.*, 2021). Pencarian artikel sumber studi yang sesuai dengan topik dilakukan pada beberapa *database* jurnal nasional seperti Google Scholar dan jurnal internasional seperti Scopus, Science Direct, PubMed dan Proquest. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian sumber studi adalah "*blanching total phenolic content*", "*blanching total phenolic fruits*", "*blanching total phenolic vegetables*", "*blanching total phenolic pulses*", "*blanching total phenolic stem and stalk*", "*blanching total phenolic leaves*", "*blanching total phenolic fruit as vegetables*", "*blanching total phenolic flower*", "*blanching total phenolic bulb*", "*blanching total phenolic tuber*", "*blanching total phenolic roots*", "*blanching total phenolic shoot & sprout*" untuk jurnal berbahasa Inggris dan kata-kata: "blansir total fenolik", "blansir total fenolik buah", "blansir total fenolik sayur", "blansir total fenolik kacang", "blansir total fenolik daun", "blansir total fenolik tangkai dan batang", "blansir total fenolik tunas dan kecambah", "blansir total fenolik bunga", "blansir total fenolik buah sebagai sayuran" "blansir total fenolik akar", "blansir total fenolik umbi", dan "blansir total fenolik rimpang" untuk jurnal berbahasa Indonesia. Pencarian artikel sumber studi menggunakan strategi pencarian seperti *Boolean Operator* yang merupakan penggunaan fungsi "OR/AND/NOT" yang disesuaikan pada setiap *database*.

Seleksi dan pemilihan artikel

Artikel yang sudah didapatkan diseleksi untuk dihilangkan duplikasinya dengan bantuan *software reference* Mendeley, kemudian hasilnya diseleksi lagi berdasarkan judul dan abstrak. Artikel selanjutnya dinilai kesesuaiannya berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi yang ditetapkan pada penelitian ini adalah artikel penelitian primer, berasal dari jurnal nasional berbahasa Indonesia terindeks SINTA 1-6, atau jurnal internasional berbahasa Inggris terindeks Scopus. Selanjutnya terdapat

data yang dibutuhkan seperti data total fenolik sebelum blansir (data kontrol), data total fenolik sesudah blansir (data percobaan), jenis sampel yang digunakan, dan terbatas pada studi yang menggunakan perlakuan blansir. Studi terpilih memuat data-data statistik yang dibutuhkan, yaitu jumlah ulangan (kontrol dan percobaan), rata-rata, dan nilai standar deviasi. Data berupa grafik diestimasi nilainya menggunakan situs *Web Plot Digitizer* (versi 4.5.0 (2021)). Kriteria eksklusi dari penelitian ini adalah data statistik yang dimiliki kurang lengkap seperti tidak memiliki nilai standar deviasi.

Pengumpulan dan ekstraksi data

Data dari artikel-artikel yang memenuhi kriteria inklusi dikumpulkan dan diekstraksi ke dalam perangkat lunak *Microsoft Excel*. Ada dua jenis data yang diekstrak, yaitu identitas artikel dan data penelitian. Identitas artikel yang diekstrak adalah judul, tahun, nama penulis, dan indeks jurnal, sedangkan data penelitian yang diekstrak adalah nama sampel, klasifikasi sampel, metode blansir, dan data total fenolik. Data total fenolik yang diekstrak adalah nilai rata-rata, standar deviasi, dan jumlah ulangan untuk setiap percobaan dan kontrol.

Analisis statistik

Analisis statistik pada penelitian ini dilakukan menggunakan *software* OpenMee (Wallace *et al.*, 2017). Analisis yang dilakukan adalah analisis ukuran efek keseluruhan (*overall effect size*), analisis sub kelompok klasifikasi buah dan sayur, analisis sub kelompok metode blansir dan analisis bias publikasi. Data dianalisis menggunakan metode *Hedges'd* untuk menghitung nilai ukuran efek dengan nilai selang kepercayaan (*Confidence Interval/CI*) 95% dan dikumpulkan dalam suatu model efek acak (*Random Effects Model*) (Afandi *et al.*, 2021). Nilai ukuran efek dari setiap perlakuan dihitung untuk mengetahui pengaruh perlakuan tersebut terhadap total fenolik buah dan sayur. Nilai ukuran efek yang bernilai positif dengan nilai *p value* kurang dari 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan blansir signifikan berpengaruh meningkatkan total fenolik. Persentase kenaikan total fenolik dihitung pada sub kelompok analisis yang menunjukkan hasil berpengaruh signifikan meningkatkan total fenolik. Persentase kenaikan total fenolik dihitung berdasarkan selisih total fenolik sesudah blansir dan sebelum blansir (kontrol) dibagi total fenolik sebelum blansir (kontrol). Penilaian signifikansi dari dampak perlakuan blansir dapat ditentukan jika nilai CI tidak mencapai nilai nol. Heterogenitas antar variabilitas studi direpresentasikan menggunakan nilai statistik I^2 . Nilai heterogenitas (I^2) berkisar antara 0–100% yang merupakan persentase variasi total yang dikaitkan dengan heterogenitas dengan nilai I^2 sebesar 25, 50, dan 75% umumnya dinilai sebagai heterogenitas rendah, sedang, dan tinggi (Mikolajewicz dan

Komarova, 2019). Bias publikasi diuji dengan *Rosenthal's fail-safe number* (signifikansi bias publikasi, $p < 0,05$) (Fragkos *et al.*, 2014).

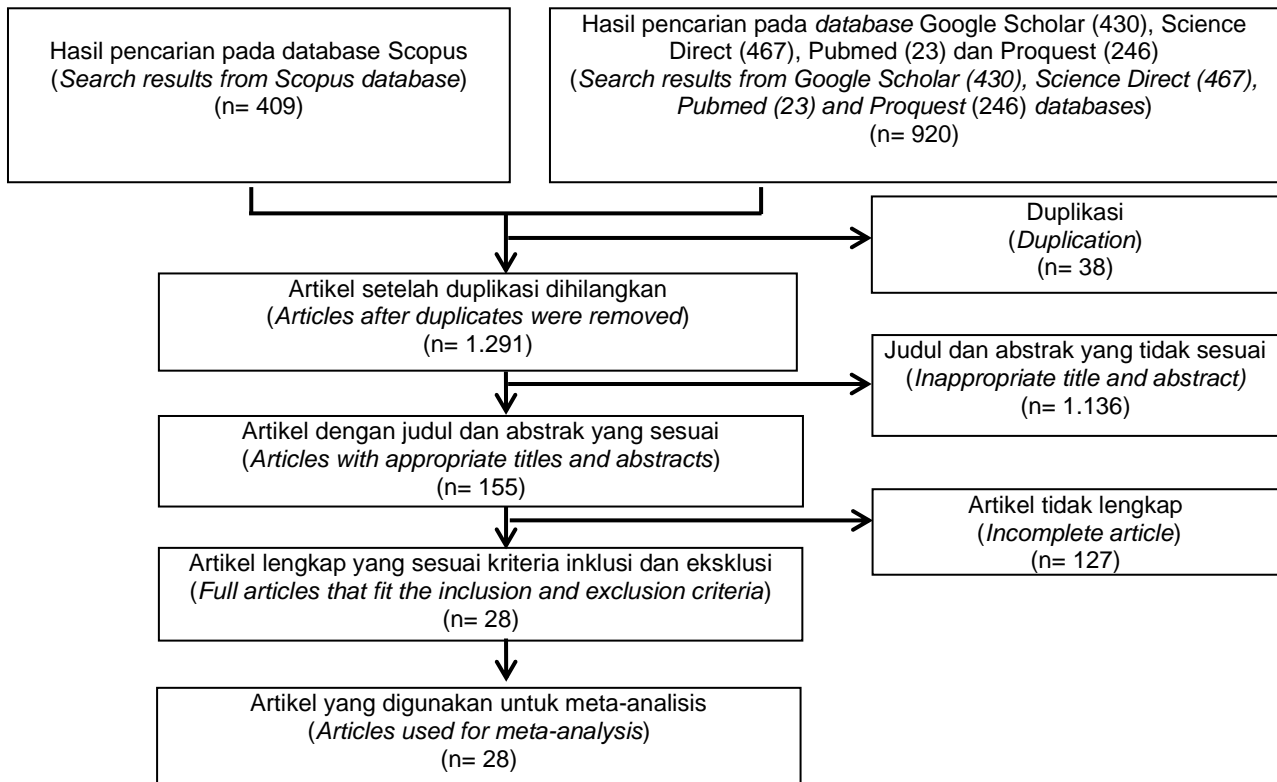
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber Studi

Total jumlah artikel penelitian yang diperoleh dari database yang digunakan sebanyak 1.329 artikel. Seluruh artikel yang diperoleh diseleksi berdasarkan duplikasi, sehingga artikel yang sama akan dihilangkan menggunakan *software Mendeley* dan didapatkan 1.291 artikel. Artikel selanjutnya diseleksi berdasarkan judul dan abstrak. Sejumlah 1.136 artikel dihilangkan karena alasan yaitu judul (729 artikel) dan abstraknya (407 artikel) tidak membahas total fenolik buah dan sayur dengan perlakuan blansir, sehingga didapatkan 155 artikel, kemudian dinilai kesesuaian datanya berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Sejumlah 127 artikel dihilangkan karena beberapa alasan yaitu artikel tidak mencantumkan data maupun grafik total fenolik sebelum dan sesudah blansir (31 artikel), tidak mencantumkan jumlah ulangan sampel (14 artikel), ada perlakuan tambahan selain blansir (59 artikel), dan data standar deviasi tidak lengkap (23 artikel). Berdasarkan rangkaian tahap analisis sumber studi, diperoleh artikel penelitian untuk meta-analisis sebanyak 28 artikel yang dipublikasi mulai dari tahun 2006–2022. Diagram PRISMA meta-analisis pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur ditemukan di beberapa negara yaitu Afrika Selatan (Magangana *et al.*, 2021), Australia (Bobasa *et al.*, 2023), China (Liu *et al.*, 2016; Yao dan Ren, 2011), Filipina (Castillo-Israel *et al.*, 2020; Ilano *et al.*, 2021), India (Akshaya *et al.*, 2018), Indonesia (Aditama *et al.*, 2021; Manuel *et al.*, 2021), Italia (Severini *et al.*, 2016), Korea (Ahn dan Choe, 2015; Kim *et al.*, 2013), Latvia (Priecina *et al.*, 2018), Malaysia (Amin *et al.*, 2006; Amin dan Lee, 2005; Chang *et al.*, 2021; Choo *et al.*, 2014; Wen *et al.*, 2010; Nobossé *et al.*, 2017), Mesir (Ahmed dan Ali, 2013), Polandia (Jablonska-Rys *et al.*, 2016), Taiwan (Shen *et al.*, 2007), Thailand (Nartnampong *et al.*, 2016; Somdee *et al.*, 2016; Sridonpai *et al.*, 2022; Tanongkankit *et al.*, 2013; Thaweesang, 2019), dan Vietnam (Le *et al.*, 2021).

Dari 28 artikel yang dianalisis, terdapat 2 metode blansir dan 7 klasifikasi buah dan sayur. Metode blansir yang digunakan adalah blansir air panas dan blansir uap panas. Klasifikasi buah dan sayur berdasarkan bagian yang dapat dikonsumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah daun, tangkai dan batang, buah sebagai sayuran, tunas dan kecambah, buah, kacang-kacangan, dan bunga.



Gambar 1. Diagram PRISMA meta-analisis pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur
 Figure 1. PRISMA diagram of meta-analysis the effect of blanching on total phenolic content of fruits and vegetables

Overall effect size dan heterogenitas

Analisis utama dalam kajian meta-analisis ini adalah melihat nilai ukuran efek keseluruhan (*overall effect size*) dan heterogenitas dari data-data yang telah dikumpulkan. Hasil analisis ukuran efek keseluruhan dan heterogenitas pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur dapat dilihat pada Tabel 1.

Ukuran efek keseluruhan dari 82 studi pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur adalah 0,782 dengan *p-value* 0,04. Perlakuan blansir signifikan berpengaruh terhadap peningkatan total fenolik buah dan sayur ditandai dengan nilai *p-value* yang diperoleh di bawah 0,05. Nilai heterogenitas yang diperoleh dari keseluruhan data termasuk tinggi yaitu sebesar 84,29%.

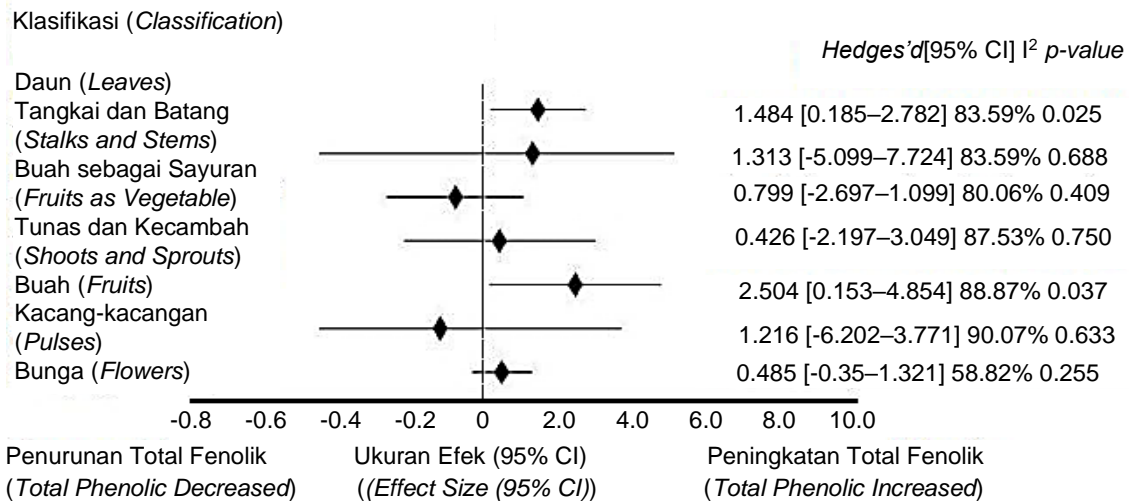
Sesuai dengan penelitian Minatel *et al.* (2017), blansir adalah metode yang dapat digunakan untuk menginaktivasi enzim untuk mencegah oksidasi fenolik (pencokelatan). Enzim polifenoloksidase merupakan enzim yang termolabil, sehingga dibutuhkan suhu di atas 50 °C untuk menurunkan aktivitasnya. Suhu di atas 80 °C terbukti dapat menginaktivasi enzim tersebut.

Sub kelompok klasifikasi sayur dan buah

Berdasarkan hasil analisis sub kelompok klasifikasi sayur dan buah pada Tabel 1, perlakuan blansir

pada sub kelompok daun (*hedges'd*[95% CI]: 1,484 [0,185–2,782]), dan buah (*hedges'd*[95% CI]: 2,504 [0,153–4,854]) signifikan berpengaruh meningkatkan total fenolik. Hal ini juga didukung berdasarkan hasil *forest plot* ukuran efek sub kelompok klasifikasi buah dan sayur pada Gambar 2, bahwa sub kelompok daun dan buah memiliki nilai CI yang tidak mencapai nilai nol sehingga berpengaruh signifikan (Mikolajewicz dan Komarova, 2019). Namun tidak ada pengaruh signifikan yang ditemukan pada sub kelompok tangkai dan batang (*hedges'd*[95% CI]: 1,313[-5,099–7,724]), buah sebagai sayuran (*hedges'd*[95% CI]: -0,799 [-2,697–1,099]), tunas dan kecambah (*hedges'd*[95% CI]: 0,426 [-2,197–3,049]), kacang-kacangan (*hedges'd*[95% CI]: -1.216 [-6.202–3.771]) dan bunga (*hedges'd*[95% CI]: 0,485 [-0,35–1,321]).

Perlakuan berpengaruh signifikan ditandai dengan nilai *p-value* yang diperoleh di bawah 0,05. Nilai heterogenitas yang diperoleh dari sub kelompok daun, tangkai dan batang, buah sebagai sayuran, tunas dan kecambah, buah dan kacang-kacangan termasuk tinggi karena lebih besar dari 75%, sedangkan pada sub kelompok bunga termasuk sedang karena antara 50-75% (Mikolajewicz dan Komarova, 2019).



Gambar 2. Forest plot ukuran efek sub kelompok klasifikasi
 Figure 2. Forest plot of effect size from classification subgroup

Tabel 1. Hasil analisis sub kelompok klasifikasi dan ukuran efek keseluruhan pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur
 Table 1. Analysis from subgroup classification and overall effect size of the effect of blanching on total phenolic content of fruits and vegetables

Klasifikasi (Classification)	N	Ukuran Efek (Effect Size)	Kenaikan (Increase) (%)	BB	BA	p-value	Heterogenitas (Heterogeneity)	
							I ² (%)	p-value
Daun (Leaves)	24	1.484	37.78	0.185	2.782	0.025	83.59	<0.05
Tangkai dan batang (Stems and stalks)	5	1.313		-5.099	7.724	0.688	91.45	<0.05
Buah sebagai sayuran (Fruits as vegetable)	6	-0.799		-2.697	1.099	0.409	80.06	<0.05
Tunas dan kecambah (Shoots and sprouts)	10	0.426		-2.197	3.049	0.750	87.53	<0.05
Buah (Fruits)	18	2.504	1.97	0.153	4.854	0.037	88.87	<0.05
Kacang-kacangan (Pulses)	5	-1.216		-6.202	3.771	0.633	90.07	<0.05
Bunga (Flowers)	14	0.485		-0.35	1.321	0.255	52.82	<0.05
Ukuran efek keseluruhan (Overall effect size)	82	0.782		0.037	1.527	0.04	84.29	<0.05

keterangan: N= jumlah data, BB= batas bawah, BA= batas atas, I²= persen heterogenitas
 Note: N= total data, BB= lower bound, BA= upper bound, I²= percentage of heterogeneity

Ada 10 klasifikasi sayur dan buah berdasarkan bagian yang dapat dikonsumsi menurut Zhong *et al.* (2022) yaitu daun, tangkai dan batang, buah sebagai sayuran, tunas dan kecambah, buah, kacang-kacangan, akar, umbi, rimpang, dan bunga. Studi terkait klasifikasi yang ditemukan pada penelitian ini hanya ada 7 yaitu daun, tangkai dan batang, buah sebagai sayuran, tunas dan kecambah, buah, kacang-kacangan, dan bunga. Menurut Somdee *et al.* (2016) total fenolik menunjukkan peningkatan pada sub kelompok daun seperti bayam dan daun bawang setelah perlakuan blansir. Hal ini terjadi karena blansir dapat memodifikasi ikatan komponen fenolik menjadi ikatan bebas ke dalam sitosol. Kom-

ponen fenolik meningkat karena pelepasan fitokimia. Proses panas akan merusak membran sel dan dinding sel sehingga melepaskan komponen fenolik larut air ke dalam sitosol. Proses ini membuat blansir dapat meningkatkan kandungan fenolik (Somdee *et al.*, 2016).

Perlakuan blansir juga signifikan berpengaruh dalam peningkatan total fenolik sub kelompok buah seperti pada buah delima (Magangana *et al.*, 2021), ceri liar (Castillo-Israel *et al.*, 2020), dan kersen (Manuel *et al.*, 2021). Fenolik biasanya terkonjugasi dengan selulosa, gula, atau protein untuk membentuk matriks, sehingga proses termal dapat melunakkan struktur dan melepaskan fenolik yang membuat

kadar fenolik meningkat (Palermo *et al.*, 2014). Blansir dapat menginaktivasi polifenoloksidase, sehingga mencegah pemecahan beberapa polifenol dalam buah (Ilano *et al.*, 2021). Peningkatan total fenolik juga dapat berbeda pada setiap buah berdasarkan komposisi polifenol pada biji, kulit, dan daging sampel buah yang diteliti (Castillo-Israel *et al.*, 2020).

Pada sub kelompok selain daun dan buah, tidak ada pengaruh signifikan yang ditemukan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2, ditandai dengan nilai *p-value* yang diperoleh di atas 0,05 dan memiliki nilai CI yang mencapai nilai nol sehingga tidak ada pengaruh signifikan. Hal ini dapat terjadi karena jenis senyawa fenolik yang dimiliki oleh bagian selain daun dan buah merupakan senyawa fenolik yang rentan terhadap suhu tinggi. Contohnya pada bunga, memiliki kandungan fenolik tertinggi yang berasal dari antosianin (Setiawan *et al.*, 2015). Proses pemanasan suhu tinggi membuat kestabilan dan ketahanan zat warna antosianin berubah yang menyebabkan kerusakan antosianin (El Husna *et al.*, 2013). Selain itu pada kacang-kacangan, kandungan fenolik tertinggi berasal dari isoflavon (Pertiwi *et al.*, 2013). Isoflavon akan rusak akibat pemanasan tinggi (Nur *et al.*, 2018).

Sub kelompok metode blansir

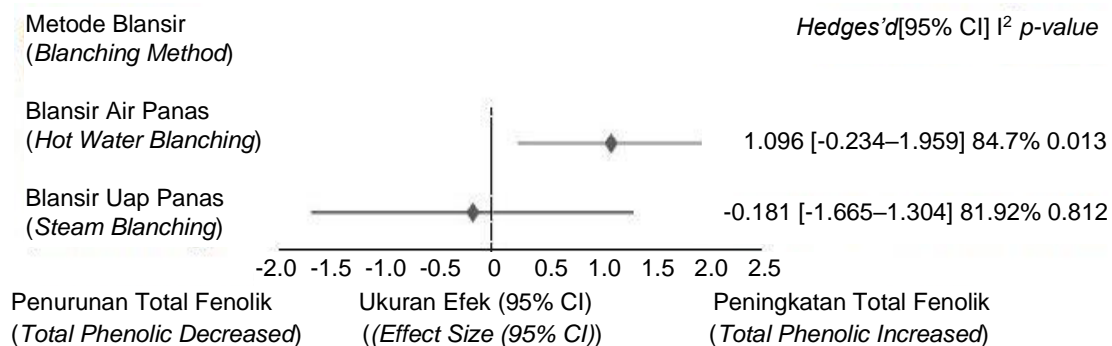
Berdasarkan hasil analisis sub kelompok metode blansir pada Tabel 2, metode blansir air panas (*hedges'd*[95% CI]: 1,096 [0,234–1,959]) berpengaruh signifikan terhadap peningkatan total fenolik buah dan sayur. Hal ini juga didukung berdasarkan hasil *forest plot* ukuran efek sub kelompok klasifikasi metode blansir pada Gambar 3, bahwa sub kelompok blansir air panas memiliki nilai CI yang tidak mencapai nilai nol sehingga berpengaruh signifikan (Mikolajewicz dan Komarova, 2019). Namun tidak ada pengaruh signifikan yang ditemukan pada sub kelompok blansir uap panas (*hedges'd*[95% CI]: -0,181 [-1,665–1,304]). Perlakuan berpengaruh signifikan ditandai dengan nilai *p-value* yang diperoleh di bawah 0,05. Nilai heterogenitas yang diperoleh dari sub kelompok metode blansir air panas dan blansir uap panas termasuk tinggi karena lebih besar dari 75% (Mikolajewicz dan Komarova, 2019).

Senyawa fenolik secara umum ada dalam tiga bentuk, yaitu bebas, terkonjugasi, dan terikat. Perbedaan dari tiga bentuk fenolik tersebut yaitu fenolik bebas dan terkonjugasi bersifat larut air, sedangkan fenolik terikat bersifat tidak larut air. Fenolik terkonjugasi biasanya diesterifikasi menjadi gula atau senyawa lain dengan massa molekul rendah, sedangkan fenolik terikat memiliki ikatan kovalen dengan komponen struktural dinding sel seperti selulosa dan protein (Saetan *et al.*, 2016).

Tabel 2. Hasil analisis sub kelompok metode blansir
Table 2. Analysis from subgroup blanching method

Metode Blansir (Blanching Method)	N	Ukuran Efek (Effect Size)	Kenaikan (Increase) (%)	BB	BA	<i>p-value</i>	Heterogenitas (Heterogeneity)	
							<i>I</i> ² (%)	<i>p-value</i>
Blansir air panas (Hot water blanching)	66	1.096	12.67%	0.234	1.959	0.013	84.97	<0.05
Blansir uap panas (Steam blanching)	16	-0.181		-1.665	1.304	0.812	81.92	<0.05

keterangan: N= jumlah data, BB= batas bawah, BA= batas atas, *I*²= persen heterogenitas
Note: N= total data, BB= lower bound, BA= upper bound, *I*²= percentage of heterogeneity



Gambar 3. Forest plot ukuran efek sub kelompok metode blansir
Figure 3. Forest plot of effect size from blanching method subgroup

Hasil penelitian Kim dan Han (2018), menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memblansir wortel lebih cepat menggunakan blansir air panas. Hal ini disebabkan oleh kapasitas panas air lebih besar dari kapasitas uap. Kapasitas panas spesifik atau jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu zat tertentu dalam bentuk tertentu satu derajat celsius untuk air adalah 4,187 kJ/kgK, untuk es 2,108 kJ/kgK dan untuk uap air (uap) 1,996 kJ/kgK. Sehingga penetrasi panas dengan blansir air panas lebih cepat dibandingkan dengan blansir uap panas. Peningkatan total fenolik menurut Saetan *et al.* (2016) terjadi karena perlakuan blansir air panas membantu membuka struktur sel dan membebaskan fenolik bentuk terikat menjadi bentuk bebas.

Bias publikasi

Penelitian meta-analisis pengaruh blansir terhadap total fenolik buah dan sayur menggunakan metode *Rosenthal's fail-safe-number* (Nft) untuk menganalisis bias publikasi. Nilai Nft > 5N+10 maka kemungkinan kecil bias publikasi sehingga memberikan bukti model meta-analisis yang kekar (Risyahadi *et al.*, 2023). Jumlah studi (N) yang digunakan pada penelitian ini adalah 82, sehingga nilai 5N+10 adalah 420. Nilai Nft yang dihasilkan analisis ini adalah 585, sehingga dapat disimpulkan model meta-analisis ini kekar karena kemungkinan bias publikasinya kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan meta-analisis yang telah dilakukan, perlakuan blansir signifikan berpengaruh terhadap peningkatan total fenolik buah dan sayur (*hedges'd*[95% CI]: 0,782 [0,037–1,527]; $p < 0,05$), khususnya pada kelompok klasifikasi daun (*hedges'd*[95% CI]: 1,484 [0,185–2,782]; $p < 0,05$) dan buah (*hedges'd*[95% CI]: 2,504 [0,153–4,854]; $p < 0,05$). Adapun metode blansir yang signifikan berpengaruh terhadap peningkatan total fenolik adalah blansir dengan air panas (*hedges'd*[95% CI]: 1,096 [0,234–1,959]; $p < 0,05$). Hasil penelitian meta-analisis ini dapat digunakan sebagai pedoman untuk mengambil suatu keputusan khususnya pada proses blansir karena didukung dengan hasil olah data statistik dan kekar (*robust*) terhadap kemungkinan bias publikasi berdasarkan uji *Rosenthal's fail-safe-number*.

DAFTAR PUSTAKA

Aditama, R. S., Sukria, H. A., & Mutia, R. (2021). Evaluation of nutrient and antioxidant activity on steam blanching of *Moringa oleifera* leaves.

In *E3S Web of Conferences* (Vol. 306, p. 04016). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130604016>

Afandi, F. A., Wijaya, C. H., Faridah, D. N., Suyatma, N. E., & Jayanegara, A. (2021). Evaluation of various starchy foods: A systematic review and meta-analysis on chemical properties affecting the glycemic index values based on *in vitro* and *in vivo* experiments. *Foods*, 10(2), 364. <https://doi.org/10.3390/foods10020364>

Ahmed FA, Ali RFM. (2013). Ahmed, F. A., & Ali, R. F. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh and processed white cauliflower. *BioMed Research International*, 2013, 367819. International. <https://doi.org/10.1155/2013/367819>

Ahn, H., & Choe, E. (2015). Effects of blanching and drying on pigments and antioxidants of daraesoon (shoot of the Siberian gooseberry tree, *Actinidia arguta* Planchon). *Food Science and Biotechnology*, 24, 1265–1270. <https://doi.org/10.1007/s10068-015-0162-4>

Akshaya, M., Sasikala, S., Nithyalakshmi, V., Meenakshi, N., Dhivya Kiruthika, K., & Pavithra, M. S. (2018). Effect of pre-treatments on the phytochemical composition of watermelon (*Citrullus lanatus*) rind. *International Food Research Journal*, 25(5), 1920–1924.

Amin, I., & Lee, W. Y. (2005). Effect of different blanching times on antioxidant properties in selected cruciferous vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2314–2320. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2261>

Amin, I., Norazaidah, Y., & Hainida, K. E. (2006). Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species. *Food Chemistry*, 94(1), 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.048>

Bobasa, E. M., Srivarathan, S., Phan, A. D. T., Netzel, M. E., Cozzolino, D., & Sultanbawa, Y. (2023). Influence of blanching on the bioactive compounds of *Terminalia ferdinandiana* Exell fruit during storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(1), 244–252. <https://doi.org/10.1007/s11694-02201581-1>

Castillo-Israel, K. A. T., Sartagoda, K. J. D., Ilano, M. C. R., Flandez, L. E. L., Compendio, M. C. M., & Morales, D. B. (2020). Antioxidant properties of Philippine bignay (*Antidesma bunius* (Linn.) Spreng cv. 'Common') flesh and seeds as affected by fruit maturity and heat treatment. *Food Research*, 4(6), 1980–1987. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).215](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).215)

- Chang, K. A., Ley, S. L., Lee, M. Y., Yaw, H. Y., Lee, S. W., Chew, L. Y., Neo, Y. P., & Kong, K. W. (2021). Determination of nutritional constituents, antioxidant properties, and α -amylase inhibitory activity of *Sechium edule* (chayote) shoot from different extraction solvents and cooking methods. *LWT*, 151, 112177. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112177>
- Choo, W. S., Yap, J. Y., & Chan, S. Y. (2014). Antioxidant properties of two varieties of bitter melon (*Momordica charantia*) and the effect of blanching and boiling on them. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 37, 121–131.
- DeMan, J. M., Finley, J. W., Hurst, W. J., Lee, C. Y. (2018). Principles of food chemistry. Ed ke-4. Springer, New York (US), 441. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63607-8>
- Fragkos, K. C., Tsagris, M., & Frangos, C. C. (2014). Publication bias in meta-analysis: Confidence intervals for Rosenthal's fail-safe number. *International Scholarly Research Notices*, 201, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2014/825383>
- Gurevitch, J., Koricheva, J., Nakagawa, S., & Stewart, G. (2018). Meta-analysis and the science of research synthesis. *Nature*, 555(7695), 175–182. <https://doi.org/10.1038/nature25753>
- El Husna, N., Novita, M., & Rohaya, S. (2013). Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *Agritech*, 33 (3), olahannya. *Agritech*, 33(3), 296–302.
- Ilano, M. C. R., Sartagoda, K. J. D., Flandez, L. E. L., Compendio, M. C. M., Morales, D. B., Castillo-Israel, K. A. T. (2021). Antioxidant properties of lipote (*Syzygium polycephaloides* (C.B. Rob.) Merr.) flesh and seeds as affected by maturity and processing method. *Food Research* 5: 475–484. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(2\).558](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(2).558)
- Jabłońska-Ryś, E., Sławińska, A., Radzki, W., & Gustaw, W. (2016). Evaluation of the potential use of probiotic strain *Lactobacillus plantarum* 299v in lactic fermentation of button mushroom fruiting bodies. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 15(4), 399–407. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2016.4.38>
- Kartika, L., Ardana, M., & Rusli, R. (2020). Aktivitas antioksidan tanaman *Artocarpus*. In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* (Vol. 12, pp. 237–244). <https://doi.org/10.25026/mpc.v12i1.432>
- Kim, B. K., & Han, J. A. (2018). Physical and functional properties of carrots differently cooked within the same hardness-range. *LWT* 93, 346–353. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.055>
- Kim, M. H., Kim, J. M., & Yoon, K. Y. (2013). Effects of blanching on antioxidant activity and total phenolic content according to type of medicinal plants. *Food Science and Biotechnology*, 22, 817–823. <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0150-5>
- Le, N. L., Le, T. T. H., Ma, N. B. (2021). Effects of air temperature and blanching pre-treatment on phytochemical content, antioxidant activity and enzyme inhibition activities of Thai basil leaves (*Ocimum basilicum* var. thyriflorum). *Food Research*, 5(1), 337–342. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).403](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).403)
- Liu, F., Liao, X., & Wang, Y. (2016). Effects of high-pressure processing with or without blanching on the antioxidant and physicochemical properties of mango pulp. *Food and Bioprocess Technology*, 9, 1306–1316. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1718-x>
- Magangana, T. P., Makunga, N. P., la Grange, C., Stander, M. A., Fawole, O. A., & Opara, U. L. (2021). Blanching pre-treatment promotes high yields, bioactive compounds, antioxidants, enzyme inactivation and antibacterial activity of 'Wonderful' pomegranate peel extracts at three different harvest maturities. *Antioxidants*, 10(7), 1119. <https://doi.org/10.3390/antiox10071119>
- Manuel, S. E., Sumual, M., & Taroreh, M. (2021). Pengaruh blansing terhadap aktivitas antioksidan sari buah kersen (*Muntingia calabura* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 6(3), 420–430. <https://doi.org/10.3377/2/jstp.v6i3.18280>
- Marjoni, M. R., Afrinaldi, A., & Novita, A. D. (2015). Kandungan total fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak air daun kersen (*Muntingia calabura* L.). *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 23(3), 187–196. <https://doi.org/10.33476/jky.v23i3.232>
- Mikolajewicz, N., & Komarova, S. V. (2019). Meta-analytic methodology for basic research: a practical guide. *Frontiers in Physiology*, 10, 344709. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00203>
- Minatel, I. O., Cristine, V. B., Maria, I. F., Hector, A. G. G., Chung-Yen, O. C., & Giuseppina, P. P. L. (2017). Phenolic compounds: functional properties, impact of processing and bioavailability. *Phenolic Compounds*, 7. <https://doi.org/10.5772/66368>
- Nartnampong, A., Kittiwongsunthon, W., & Porasuphatana, S. (2016). Blanching process increases health promoting phytochemicals in green leafy Thai vegetables. *International Food Research Journal*, 23(6), 2426–2435.

- Nie, J., Chen, D., Lu, Y., & Dai, Z. (2021). Effects of various blanching methods on fucoxanthin degradation kinetics, antioxidant activity, pigment composition, and sensory quality of *Sargassum fusiforme*. *LWT*, *143*, 111179. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111179>
- Nur, R., Lioe, H. N., Palupi, N. S., & Nurtama, B. (2018). Optimasi formula sari edamame dengan proses pasteurisasi berdasarkan karakteristik kimia dan sensori. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, *5*(2), 88–99.
- Nobosse, P., Fombang, E. N., & Mbofung, C. M. F. (2017). The effect of steam blanching and drying method on nutrients, phytochemicals and antioxidant activity of Moringa (*Moringa oleifera* L.) leaves. *American Journal of Food Science and Technology*, *5*(2), 53–60.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Palermo, M., Pellegrini, N., & Fogliano, V. (2014). The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *94*(6), 1057–1070.
- Pertiwi, S. F., & Aminah, S. (2014). Aktivitas antioksidan, karakteristik kimia, dan sifat organoleptik susu kecambah kedelai hitam berdasarkan variasi waktu perkecambahan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, *4*(2), 1–8.
- Priecina, L., Karklina, D., & Kince, T. (2018). The impact of steam-blanching and dehydration on phenolic, organic acid composition, and total carotenoids in celery roots. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *49*, 192–201.
- Risyahadi, S. T., Martin, R. S. H., Qomariyah, N., Suryahadi, S., Sukria, H. A., & Jayanegara, A. (2023). Effects of dietary extrusion on rumen fermentation, nutrient digestibility, performance and milk composition of dairy cattle: a meta-analysis. *Animal Bioscience*, *36*(10), 1546. <https://doi.org/10.5713/ab.23.0012>
- Saetan, P., Usawakesmanee, W., & Siripongvutikorn, S. (2016). Influence of hot water blanching process on nutritional content, microstructure, antioxidant activity and phenolic profile of *Cinnamomum porrectum* herbal tea. *Functional Foods in Health & Disease*, *6*(12), 835–854. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v6i12.315>
- Setiawan, M. A. W., Nugroho, E. K., & Lestario, L. N. (2015). Ekstraksi betasianin dari kulit umbi bit (*Beta vulgaris*) sebagai pewarna alami. *Agric Jurnal Ilmu Pertanian*, *27*(1), 38–43. <https://doi.org/10.24246/agric.2015.v27.i1.p38-43>
- Severini, C., Giuliani, R., De Filippis, A., Derossi, A., & De Pilli, T. (2016). Influence of different blanching methods on colour, ascorbic acid and phenolics content of broccoli. *Journal of Food Science and Technology*, *53*, 501–510. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1878-0>
- Shen, Y. C., Chen, S. L., & Wang, C. K. (2007). Contribution of tomato phenolics to antioxidation and down-regulation of blood lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*(16), 6475–6481. <https://doi.org/10.1021/jf070799z>
- Somdee, T., Mahaweerawat, U., Phadungkit, M., Yangyuen, S. (2016). Antioxidant compounds and activities in selected fresh and blanched vegetables from northeastern Thailand. *Chiang Mai J Sci*, *43*(4), 834–844.
- Sridonpai, P., Kongrapun, P., Sungayuth, N., Sukprasansap, M., Chimkerd, C., & Judprasong, K. (2022). Nutritive values and phytochemical compositions of edible indigenous plants in Thailand. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *6*, 870147. <https://doi.org/10.3389/fsuf.s.2022.870147>
- Tanongkankit, Y., Chiewchan, N., & Devahastin, S. (2015). Evolution of antioxidants in dietary fiber powder produced from white cabbage outer leaves: effects of blanching and drying methods. *Journal of Food Science and Technology*, *52*, 2280–2287. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1203-8>
- Thaweasang, S. (2019, October). Antioxidant activity and total phenolic compounds of fresh and blanching banana blossom (*Musa ABB CV. Kluai "Namwa"*) in Thailand. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 639, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- Wallace, B. C., Lajeunesse, M. J., Dietz, G., Dahabreh, I. J., Trikalinos, T. A., Schmid, C. H., & Gurevitch, J. (2017). Open MEE: Intuitive, open-source software for meta-analysis in ecology and evolutionary biology. *Methods in Ecology and Evolution*, *8*(8), 941–947. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12708>
- Wang, J., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Wang, D., Zhao, J. H., Fang, X. M., Zhang, Q., Gao, Z. J., & Xiao, H. W. (2017). Effects of various blanching methods on weight loss, enzymes inactivation, phytochemical contents, antioxidant capacity, ultrastructure and drying kinetics of red bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *LWT*, *77*, 337–347. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.070>

- Wen TN, Prasad KN, Yang B, Ismail A. 2010. Wen, T. N., Prasad, K. N., Yang, B., & Ismail, A. (2010). Bioactive substance contents and antioxidant capacity of raw and blanched vegetables. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(3), 464–469. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2010.02.001>
- Yao, Y., & Ren, G. (2011). Effect of thermal treatment on phenolic composition and antioxidant activities of two celery cultivars. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1), 181–185. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.07.001>
- Zhong, L., Blekkenhorst, L. C., Bondonno, N. P., Sim, M., Woodman, R. J., Croft, K. D., Lewis J. R., Hodgson J. M., & Bondonno, C. P. (2022). A food composition database for assessing nitrate intake from plant-based foods. *Food Chemistry*, 394, 133411. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133411>