



Implementasi Penggunaan Gadget Terhadap Perkembangan Bahasa Pada Anak Usia Pra Sekolah

Hilda Ayu Vinansi^{1,*}, Fitri Anggraeni², Dwi Ambarwati³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Kesehatan, Prodi D3 Studi Keperawatan
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta 13610, Indonesia

Info Artikel	ABSTRAK
Histori Artikel: Diajukan: 24 Juli 2025 Direvisi: 4 Agustus 2025 Diterima: 31 Oktober 2025	Kemajuan teknologi informasi mendorong peningkatan penggunaan gadget, termasuk pada anak usia prasekolah (5–6 tahun), yang berdampak terhadap kemampuan komunikasi dan proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan pengaruh penggunaan gadget terhadap perkembangan bahasa anak usia prasekolah di wilayah RT 06/RW 12 PGT V Kelurahan Halim. Penggunaan gadget yang diarahkan secara tepat berpotensi mendukung perkembangan kognitif, sementara pemakaian berlebihan berisiko mengurangi interaksi sosial serta memperlambat pencapaian kemampuan bahasa. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif melalui metode studi kasus. Subjek terdiri dari empat anak yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Data dikumpulkan melalui wawancara, Kuesioner Pra Skrining Perkembangan (KPSP), dan lembar observasi penggunaan gadget. Intervensi berlangsung selama tiga hari, dari 1 hingga 3 Mei 2025. Hasil menunjukkan adanya peningkatan skor observasi perkembangan bahasa, dari rata-rata <i>pre-test</i> 2,3 (kategori Belum Berkembang) menjadi 4,5 (kategori Berkembang) pada <i>post-test</i>, dengan selisih 2,2 poin. Sementara hasil KPSP menunjukkan seluruh subjek berada dalam kategori sesuai usia. Temuan ini menunjukkan adanya perubahan setelah intervensi gadget yang diarahkan, dengan penggunaan yang disesuaikan pada tahapan usia perkembangan anak.
Kata kunci: Gadget Perkembangan Bahasa Anak Usia Prasekolah Kuesioner Pra Skrining Perkembangan	
Keywords: Gadget Language Development Preschool Children Developmental Pre-Screening Questionnaire	
Penulis Korespondensi: Hilda Ayu Vinansi Email: hildavinansi10@gmail.com	<i>The development of information technology has driven the increased use of gadgets, including among preschool children (ages 5–6), which impacts communication and learning. This study examines the effects of gadget use on the language development of preschool children in RT 06/RW 12 PGT V, Halim Subdistrict. While controlled gadget use can support cognitive development, excessive use may reduce social interaction and hinder language development. This research employs a descriptive case study approach. The subjects consisted of four children selected using purposive sampling. Data were collected through interviews, the Pre-Screening Developmental Questionnaire (KPSP), and observation sheets on gadget use. The study, conducted from May 1 to 3, 2025, revealed an improvement in language skills following gadget use intervention. Based on the KPSP results, children's language development remained in the stable category. Meanwhile, observation results showed that the pre-test score of 2.3 (categorized as Not Yet Developed) increased to 4.5 in the post-test (categorized as Developed), with a difference of 2.2 points. Thus, wisely and appropriately implemented gadget use has been proven to have a positive impact on the language development of preschool children. Gadgets can serve as an alternative medium for language stimulation, provided they are used in accordance with the child's developmental needs.</i> .Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi di era globalisasi mendorong pemanfaatan gadget seperti smartphone dan tablet di Indonesia, yang berperan sebagai alat komunikasi, sumber informasi, hiburan, dan interaksi sosial (Windarti, 2022). Penggunaan gadget tidak hanya meluas pada orang dewasa tetapi juga anak usia dini di PAUD dan TK, yang tertarik pada fitur interaktifnya. Dengan pengawasan orang tua, gadget dapat mendukung pembelajaran, namun durasi dan intensitas pemakaian sangat menentukan dampak terhadap perkembangan anak (Amirudin & Sumiati, 2022).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan gadget secara berlebihan berisiko menurunkan kesadaran waktu, mengurangi interaksi sosial, serta membatasi kemampuan komunikasi, khususnya pada aspek kosakata dan ekspresi verbal (Kamaruddin, 2023). Di sisi lain, pemanfaatan gadget secara tepat dapat meningkatkan keterampilan kognitif, koordinasi motorik, dan akses terhadap pengetahuan. Periode usia prasekolah (2–5 tahun) merupakan fase krusial dalam pemerolehan bahasa yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan stimulasi verbal (Adistiachma, 2024).

Data Badan Pusat Statistik (2021) menunjukkan bahwa dari 30,83 juta anak usia dini di Indonesia, sebanyak 29,28% berada pada kelompok usia prasekolah (5–6 tahun), dengan 33,44% di antaranya telah menggunakan gadget dan 24,96% memiliki akses internet. Proporsi penggunaan perangkat digital pada anak usia 5–6 tahun (52,76%) lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok usia 0–4 tahun (25,5%), Andratiani, (2023), yang menunjukkan tingginya tingkat paparan anak terhadap teknologi digital sejak usia dini. Studi sebelumnya, seperti yang dikemukakan oleh Wulandari, dkk., (2023), menyoroti bahwa penggunaan gadget yang tidak terkontrol berpotensi memperlambat perkembangan bahasa, terutama pada anak yang kurang memperoleh stimulasi langsung dari lingkungan sosial. Namun, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada hubungan korelatif dalam skala besar, tanpa menjelaskan secara rinci bagaimana perubahan perilaku bahasa anak terjadi setelah intervensi berbasis media digital dalam konteks lokal yang spesifik. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengamati secara langsung dampak penggunaan gadget terhadap perubahan perilaku bahasa pada kelompok anak usia prasekolah di RT 06/RW 12 Kelurahan Halim, melalui kegiatan menonton video lagu dan menyanyi ulang selama tiga hari. Dengan pendekatan studi kasus, penelitian ini memberikan kontribusi berupa gambaran mendalam berbasis komunitas kecil, yang selama ini masih jarang ditemukan dalam literatur akademik terkait pengaruh gadget terhadap perkembangan bahasa anak.

Rumusan masalah penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak penggunaan gadget terhadap perkembangan bahasa anak prasekolah di wilayah tersebut. Tujuan umum penelitian adalah menganalisis pengaruh penggunaan gadget terhadap perkembangan bahasa anak usia prasekolah di lingkungan tersebut, dengan tujuan khusus mencakup karakteristik penggunaan gadget, serta perkembangan bahasa sebelum dan sesudah intervensi penggunaan gadget. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat, terutama orang tua, mengenai dampak positif dan negatif penggunaan gadget pada perkembangan bahasa anak prasekolah di Lingkungan Halim. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan menambah pengembangan ilmu keperawatan anak dan menjadi referensi akademik yang berguna, serta meningkatkan kemampuan penulis dalam penelitian ilmiah dan pemecahan masalah

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif untuk menggambarkan secara mendalam implementasi penggunaan gadget terhadap perkembangan bahasa anak usia prasekolah. Desain ini dipilih karena sesuai untuk mengeksplorasi secara kontekstual perubahan perilaku individual dalam jumlah subjek terbatas. Subjek penelitian terdiri dari empat anak usia 5–6 tahun yang tinggal di RT 06/RW 12 Kelurahan Halim, dipilih melalui teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditentukan. Pemilihan jumlah subjek disesuaikan dengan cakupan populasi dan karakter studi kasus yang mengedepankan kedalaman analisis daripada generalisasi. Instrumen pengumpulan data terdiri dari wawancara semi-terstruktur, Kuesioner Pra Skrining Perkembangan (KPSP) usia 66 dan 72 bulan, serta lembar observasi penggunaan gadget. KPSP digunakan karena merupakan alat ukur baku

nasional dengan validitas yang telah teruji dalam penilaian perkembangan anak prasekolah, sedangkan lembar observasi dikembangkan berdasarkan indikator perkembangan bahasa awal dan telah dikaji oleh dua dosen ahli untuk memastikan validitas isi. Intervensi dilaksanakan selama tiga hari berturut-turut melalui aktivitas menonton video lagu anak berdurasi 15 menit, menyanyikan ulang, dan pembelajaran terstruktur sesuai Satuan Acara Pembelajaran (SAP). *Pre-test* dan *post-test* dilakukan setiap hari menggunakan KPSP dan observasi langsung. Evaluasi akhir dilaksanakan pada hari ketiga menggunakan instrumen yang sama. Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan rata-rata skor *pre-test* dan *post-test*, untuk menilai perubahan kemampuan bahasa yang terjadi selama intervensi. Meskipun tidak dilakukan uji statistik inferensial karena keterbatasan jumlah subjek, analisis sistematis dilakukan untuk mengamati pola peningkatan kemampuan secara terukur

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil

Penelitian ini dilakukan selama tiga hari, yaitu tanggal 1 hingga 3 Mei 2025. Fokus utama terletak pada implementasi penggunaan gadget terhadap perkembangan bahasa anak usia prasekolah di wilayah RT 06/RW 12 PGT V Kelurahan Halim. Informasi yang dipaparkan mencakup karakteristik umum subjek penelitian, seperti inisial nama, usia, jenis kelamin, serta hasil penilaian perkembangan bahasa. Evaluasi dilakukan melalui instrumen Kuesioner Pra Skrining Perkembangan Bahasa (KPSP) guna memperoleh gambaran menyeluruh terkait kemampuan bahasa anak. Tujuan utama pelaksanaan penelitian ini ialah menilai perubahan kemampuan berbahasa anak sebelum dan setelah diberikan intervensi berbasis penggunaan gadget. Proses intervensi diterapkan secara terstruktur terhadap anak-anak yang tinggal di lokasi penelitian dan termasuk dalam kelompok usia prasekolah.

Tabel 1. Karakteristik Umum Subjek Berdasarkan Jenis Kelamin Dan Usia

Karakteristik	Frekuensi	Presentase
Jenis Kelamin		
Laki-laki	2	50%
Perempuan	2	50%
Jumlah	4	100%
Usia		
70 bulan	1	25%
72 bulan	2	50%
66 bulan	1	25%
Jumlah	6	100%

Berdasarkan Tabel 1 diatas, karakteristik responden dalam penelitian ini terdiri dari empat anak yang dijadikan subjek. Dari total tersebut, terdapat dua anak (50%) berjenis kelamin laki-laki dan dua anak (50%) berjenis kelamin perempuan. Temuan ini menunjukkan bahwa terdapat keseimbangan antara jumlah anak laki-laki dan perempuan dalam penelitian ini. Adapun dari segi usia, sebagian besar subjek berada pada rentang usia 72 bulan, yaitu sebanyak dua anak (50%). Selanjutnya, satu anak (25%) berusia 70 bulan, dan satu anak lainnya (25%) berusia 66 bulan.

Tabel 2 Penilaian KPSP dan Perkembangan Bahasa Sebelum Diberikan Penggunaan Gadget

Subjek	Pre test Penggunaan Gadget										Pre Test KPSP
	Jenis kelamin	Usia (Bulan)	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Rata-rata		
			Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	
1	L	70 bln	1	(BB)	3	(BB)	3	(BB)	2,3	(BB)	3
2	L	72 bln	1	(BB)	3	(BB)	3	(B)	2,6	(BB)	3
3	P	66 bln	1	(BB)	2	(BB)	3	(BB)	2	(BB)	3
4	P	72 bln	1	(BB)	3	(BB)	3	(B)	2,6	(BB)	3
Skor Rata Rata <i>Pre test</i>			1	(BB)	2,7	(BB)	3,5	3	2,3	(BB)	3

Berdasarkan Tabel 2 diatas, hasil *pre test* menggunakan tiga butir KPSP menunjukkan seluruh anak memperoleh skor 3, menandakan perkembangan bahasa sesuai usia sebelum intervensi. Namun, skor harian menunjukkan variasi individu. Rata-rata skor pretest selama tiga hari adalah 2,3, yang tergolong dalam kategori "Belum Berkembang" (BB).

Tabel 3 Penilaian KPSP dan Perkembangan Bahasa Sesudah Diberikan Penggunaan Gadget

Subjek	Post Test Penggunaan Gadget										Post Test KPSP
	Jenis Kelmain	Usia (Bulan)	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Rata-rata		
			Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	
1	L	70 bln	3	(BB)	4	(B)	Skor	(B)	4	(B)	3
2	L	72 bln	3	(BB)	5	(B)	3	(B)	4,6	(B)	3
3	P	66 bln	3	(BB)	5	(B)	3	(B)	4,6	(B)	3
4	P	72 bln	4	(B)	5	(B)	3	(B)	5	(B)	3
Skor Rata Rata Post Test			3,2	(BB)	4,7	(B)	5,7	3	4,5	(B)	3

Berdasarkan Tabel 3 diatas, hasil post-test dengan menggunakan tiga butir KPSP yang berfokus pada perkembangan bahasa menunjukkan bahwa seluruh subjek memperoleh skor maksimal, yang tergolong kategori "sesuai." Penilaian lanjutan selama tiga hari menunjukkan peningkatan skor pada seluruh subjek. Rata-rata skor keseluruhan mencapai 4,5, yang termasuk dalam kategori "Berkembang" (B), mengindikasikan adanya kemajuan signifikan dalam kemampuan bahasa setelah intervensi.

Tabel 4 Perbandingan Lembar Observasi Penggunaan Gadget Dan KPSP Perkembangan Bahasa

Subjek	Jenis Kelamin	Usia (Bulan)	Penggunaan Gadget						KPSP	
			Pre Test		Post Test		Perbandingan		Pre Test	Post Test
			Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Skor	Skor
1	L	70 bln	2,3	(BB)	4	(B)	1,7	Meningkat	3	3
2	L	72 bln	2,6	(BB)	4,6	(B)	2	Meningkat	3	3
3	P	66 bln	3,3	(BB)	4,6	(B)	1,3	Meningkat	3	3
4	P	72 bln	2	(BB)	5	(B)	2,4	Meningkat	3	3
Rata-Rata			2,3	(BB)	4,5	(B)	2,2	Meningkat	3	3

Berdasarkan Tabel 4, hasil KPSP menunjukkan bahwa seluruh anak memperoleh skor yang sama sebelum dan sesudah intervensi, yaitu 3, dengan kategori "Sesuai". Artinya, tidak ada perubahan yang terdeteksi melalui KPSP. Sebaliknya, hasil observasi menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 2,3 (kategori "Belum Berkembang") menjadi 4,5 (kategori "Berkembang"), dengan selisih 2,2 poin. Hal ini menunjukkan adanya perubahan kemampuan bahasa yang tampak selama kegiatan, meskipun tidak tercatat dalam KPSP. Perbedaan hasil ini mungkin disebabkan oleh perbedaan fokus alat ukur, di mana KPSP menilai perkembangan secara umum, sedangkan observasi mencatat respon langsung anak. Penelitian ini juga memiliki keterbatasan, seperti jumlah subjek yang sedikit, tidak digunakannya uji statistik, serta kemungkinan bias dalam observasi. Selain itu, faktor luar seperti keterlibatan orang tua

tidak dikendalikan sepenuhnya. Oleh karena itu, hasil ini bersifat awal dan perlu dikaji lebih lanjut melalui penelitian dengan metode dan skala yang lebih luas.

3.2 Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kemampuan bahasa anak usia prasekolah setelah intervensi penggunaan gadget. Meskipun skor KPSP seluruh subjek tetap berada pada kategori “Sesuai” baik saat pre-test maupun post-test, hasil observasi mencatat peningkatan rata-rata skor dari 2,3 (kategori “Belum Berkembang”) menjadi 4,5 (kategori “Berkembang”) dengan selisih 2,2 poin, yang menunjukkan adanya perubahan perilaku verbal selama kegiatan berlangsung. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa penggunaan gadget secara terstruktur dapat menstimulasi respons bahasa anak, terutama melalui aktivitas yang menarik secara visual dan auditif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ramadhani, dkk., (2024), yang menyatakan bahwa media gadget interaktif dapat menjadi sarana alternatif untuk merangsang bahasa reseptif maupun ekspresif pada anak usia prasekolah. Instrumen seperti KPSP dinilai belum mampu menggambarkan secara rinci kemampuan bahasa anak, terutama dalam hal panjang kalimat, susunan kata, dan bagian-bagian kata, sebagaimana dijelaskan oleh Simbolon, dkk., (2025). Jumlah subjek yang terbatas, tidak adanya kelompok kontrol, serta durasi intervensi yang singkat membatasi kekuatan generalisasi hasil. Oleh karena itu, studi lanjutan disarankan menggunakan sampel yang lebih besar, durasi intervensi yang lebih panjang, kelompok kontrol sebagai pembandingan, serta alat ukur tambahan yang lebih responsif untuk mendeteksi perubahan perilaku bahasa secara lebih objektif dan terukur.

1. Jenis Kelamin

Perkembangan bahasa anak setelah intervensi gadget menunjukkan perbedaan berdasarkan jenis kelamin. Semua subjek awalnya berada pada kategori “Belum Berkembang”, meskipun skor KPSP maksimal. Pasca intervensi, anak perempuan menunjukkan peningkatan signifikan (rata-rata skor dari 2 menjadi 4,6), sedangkan anak laki-laki mengalami kemajuan lebih lambat, meski satu subjek mencapai kategori “Berkembang”. Temuan ini sesuai dengan Rowe, dkk., (2025) dan Ramadhani, dkk., (2024) yang menyatakan bahwa anak perempuan lebih cepat berkembang secara linguistik akibat stimulasi verbal lebih intens dan kematangan neurologis. Intervensi digital disarankan menyesuaikan gaya belajar berdasarkan gender. Di sisi lain, Zhou dan Wang (2024) menyatakan bahwa efektivitas gadget lebih dipengaruhi oleh kualitas konten dan cara penggunaannya, bukan jenis kelamin. Studi ini menunjukkan bahwa meskipun gender bukan faktor utama, anak perempuan lebih responsif terhadap konten edukatif, sementara keterlibatan anak laki-laki dalam aktivitas non-digital membatasi efek stimulasi bahasa melalui gadget.

2. Usia

Penelitian terhadap empat anak usia 66 sampai 72 bulan menunjukkan bahwa anak yang lebih tua mengalami peningkatan perkembangan bahasa lebih signifikan setelah intervensi menggunakan gadget, menegaskan peran usia sebagai faktor penting dalam efektivitas stimulasi bahasa digital. Temuan ini sejalan dengan Narumi dan Rizana (2023) serta Karin Ariska (2025), yang menyatakan usia 72 bulan sebagai periode kritis dengan kemampuan bahasa dan kognitif yang mulai matang. Namun, Febriela (2025) berpendapat bahwa tanpa stimulasi verbal memadai dari lingkungan, usia tidak menjamin perkembangan bahasa optimal, bahkan penggunaan alat bantu bisa menghambat. Jadi, usia berpengaruh pada kemajuan bahasa pasca intervensi gadget, meski tidak menjadi faktor mutlak, karena kesiapan kognitif dan stimulasi memadai juga sangat menentukan.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan gadget secara terarah memberikan dampak positif terhadap perkembangan bahasa anak usia prasekolah. Seluruh subjek menunjukkan hasil KPSP dengan skor 3 yang menandakan perkembangan sesuai usia. Namun, peningkatan yang signifikan terlihat melalui lembar observasi penggunaan gadget, dengan rata-rata skor pre-test sebesar 2,3 (kategori Belum Berkembang) meningkat menjadi 4,5 (kategori Berkembang) pada post-test, dengan selisih 2,2 poin. Temuan ini mengindikasikan bahwa stimulasi berbasis media digital, khususnya melalui konten edukatif seperti lagu anak-anak, mampu memperkuat kemampuan bahasa jika diterapkan secara tepat. Anak perempuan dan anak usia lebih tua menunjukkan respons yang lebih

optimal, namun secara keseluruhan, semua subjek mengalami kemajuan. Sehingga, gadget dapat dimanfaatkan sebagai media alternatif yang efektif untuk mendukung perkembangan bahasa anak usia prasekolah, dengan catatan bahwa penggunaannya tetap berada di bawah pengawasan dan bimbingan orang tua untuk memastikan konten yang diterima sesuai serta tidak berlebihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang besar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, termasuk dosen pembimbing, pihak kepada Ketua RT 06/RW 12 PGT V Kelurahan Halim, orang tua, serta anak-anak yang telah berpartisipasi sebagai subjek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adistiarachma, N., Alia, D., Pendidikan, U., & Kampus, I. (2024). Peran Media Video Animasi Pada Pembelajaran. 06(02), 49–57. <https://doi.org/10.24191/ijec.v13i2.23456>
- Amirudin, & Sumiati. (2022). Peran Pendidikan Orangtua Terhadap Perkembangan Bahasa Anak Usia Dini. Hadlonah: Jurnal Pendidikan Dan Pengasuhan Anak, 3(2), 111–126. <https://doi.org/10.1016/j.ijcah.2022.01.004>
- Anggraeni, F., Pujiharti, I., & Windarti, H. (2023). Analisis Hubungan Penggunaan Gadget Dengan Perkembangan Psikososial Pada Anak Usia Prasekolah Di Lingkungan Halim. Jurnal Keperawatan Dan Kesehatan Penerbangan, 2(2), 55–62.
- Bouchard, B. B., Tremblay, R. E., & Dionne, G. (2021). Gender differences in early stages of language development: Some findings from a longitudinal study. *Infant Behavior and Development*, 63, 101591. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2021.101591>
- Kamaruddin, I., Leuwol, F. S., Putra, R. P., Aina, M., Suwarma, D. M., & Zulfikhar, R. (2023). Dampak Penggunaan Gadget Pada Kesehatan Mental Dan Motivasi Belajar Siswa Di Sekolah. *Journal On Education*, 6(1), 307–316. <https://doi.org/10.1177/0022057423110318>
- Ramadhani, D., & Setiawan, H. (2024). Stimulasi Bahasa pada Anak Usia Pra Sekolah Melalui Media Gadget Interaktif. *Jurnal Pendidikan Anak*, 9(1), 15–28.
- Rowe, M. L., Smith, J. A., & Chen, L. (2025). Gender disparities in parental linguistic engagement and in children's language development. *Infant Behavior and Development*, 69, 101591. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2025.101591>
- Simbolon, P. O., Pardede, K., Simanjuntak, J. M., & Azizah, N. (2025). Language Acquisition in Children Aged 4–5 Years: A Morphosyntactic and Semantic Perspective. *Applied Psycholinguistics*, 46(3), 389–402. <https://doi.org/10.1017/S014271642500003X>
- Wulandari, F., Santoso, A., & Pratiwi, R. (2023). Pengaruh Penggunaan Gadget terhadap Perkembangan Bahasa Anak Usia Dini: Studi Kasus di Jakarta. *Jurnal Psikologi Pendidikan*, 11(2), 45–58.
- Zhou, Y., & Wang, L. (2024). The gender gap in early language development among children in low-SES, peri-urban Chinese communities. *Early Childhood Research Quarterly*, 68, 101135. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2024.101135>