

Analisis Terjadinya Luka Diabetik Pada Penderita Diabetes Mellitus *Analysis of the Occurrence of Diabetic Wounds in People with Diabetes Mellitus*

M. Khalid Fredy Saputra¹, Masdarwati Masdarwati², Nursyamsi Norma Lala³, Santalia Banne Tondok⁴, Rahmat Pannyiwi⁵

¹Stikes Baitul Hikmah

²UPRI Makassar

³Politeknik Sandi Karsa

⁴Poltekkes Kemenkes Jayapura

⁵Stikes Amanah

DOI: <https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i1.915>

Received: 2022-12-01 / Accepted: 2023-04-04/ Published: 2023-06-01



©The Authors 2023. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license

ABSTRACT

Introduction: Diabetes Mellitus is a metabolic disorder caused by various causes and characteristics of chronic hyperglycemia accompanied by impaired carbohydrate, fat, and protein metabolism resulting from impaired insulin secretion or insulin action. Purpose: Knowing the influence of diabetic wounds on people with Diabetes Mellitus. Method: Quantitative research with analytical survey design with a cross-sectional study approach. Results: Shows the results of the obesity statistical test p-value: 0.001, diet p-value: 0.000, age p-value: 0.000, physical activity p-value: 0.000. Conclusion: Obesity, diet, age, and activity affect the occurrence of diabetic wounds in people with Diabetes Mellitus. Increase public knowledge about diabetes mellitus by providing counseling so the community can avoid the disease.

Keywords: diabetes mellitus; counseling; hyperglycemia; obesity.

ABSTRAK

Pendahuluan: Diabetes melitus merupakan gangguan metabolisme yang disebabkan oleh berbagai sebab dan karakteristik adanya hiperglikemia kronik disertai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak dan protein akibat dari gangguan sekresi insulin atau kerja insulin. Tujuan: Mengetahui pengaruh terjadinya luka diabetik pada penderita Diabetes Mellitus. Metode: Penelitian kuantitatif dengan rancangan survey analitik dengan pendekatan cross sectional study. Hasil: Menunjukkan hasil uji statistik obesitas nilai p: 0,001, diet nilai p: 0,000, umur nilai p: 0,000, aktivitas fisik nilai p: 0,000. Kesimpulan: Bahwa obesitas, diet, umur dan aktivitas berpengaruh terhadap terjadinya luka diabetik pada penderita Diabetes Mellitus. Meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang penyakit diabetes melitus dengan memberikan penyuluhan agar masyarakat dapat terhindar dari penyakit.

Kata kunci: diabetes mellitus; konseling; hiperglikemia; obesitas.

*) Corresponding Author

Nama: Santalia Banne Tondok

Email: sta.vicky@gmail.com

Pendahuluan

Penyakit kronis merupakan masalah kesehatan yang berkaitan dengan gejala atau kecacatan yang membutuhkan penatalaksanaan jangka Panjang [1]. Perubahan gaya hidup yang pasif, mengkomsumsi makanan tinggi lemak, kolestrol, merokok dan stres yang tinggi, dilaporkan meningkatkan insiden penyakit kronis [2]. Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit yang telah menjadi masalah kesehatan di dunia. WHO memperkirakan jumlah penderita diabetes melitus di Indonesia akan meningkat hingga dua sampai tiga kali lipat pada tahun 2030 dari 8,4 juta mencapai 21,3 juta orang. Luka diabetik adalah luka yang terjadi karena adanya kelainan pada saraf, kelainan pembuluh darah dan kemudian adanya infeksi. Bila infeksi tidak diatasi dengan baik, hal itu akan berlanjut menjadi pembusukan bahkan dapat diamputasi [3]. Sejalan dengan perkembangan jaman, pola penyakit di Indonesia mengalami pergeseran dari penyakit infeksi dan kekurangan gizi menjadi penyakit degeneratif yang salah satunya adalah diabetes melitus [4].

Salah satu alternatif perawatan luka diabetik adalah menggunakan terapi madu. Madu memiliki kandungan air dan kelembapan yang cukup sehingga tidak mendukung bakteri untuk bertumbuh dan berkembangbiak [5]. Masalah keperawatan merusak integritas kulit diselesaikan sebagian diperlukan perawatan berkelanjutan untuk hasil yang dicapai. Langkah yang dapat digunakan dengan kerja sama tim medis lainnya, keluarga dan pasien. Penerapan nuring mulai berlaku dengan penyembuhan luka setelah intervensi. Tindakan ini harus perawatan dengan integritas kulit yang rusak [6]. Penduduk usia produktif yaitu umur 45-65 tahun, di mana umur tersebut seseorang banyak melakukan aktivitas sebagai penggerak roda perekonomian keluarga. Peningkatan pengetahuan dan ketrampilan warga khususnya usia produktif sangat penting dalam menunjang keberhasilan upaya peningkatan kualitas kesehatan warga masyarakat [7].

Kejadian ulkus diabetes di Indonesia adalah 12% dan risiko ulkus diabetes adalah 55,4% .10 Kasus ulkus diabetes dan gangren di Indonesia adalah kasus yang paling dikenal di rumah sakit. Kematian akibat bisul dan gangren berkisar antara 17-23%, sedangkan tingkat amputasi dimulai pada 15-30%. Ulkus diabetes merupakan komplikasi yang paling sering terjadi pada penderita Diabetes Melitus (DM) [8]. faktor yang mempengaruhi terjadinya ulkus diabetik pada pasien diabetes melitus adalah usia, tempat tinggal, pekerjaan, pendidikan, pendapatan, lama menderita, perawatan kaki, obesitas, neuropati perifer, riwayat ulkus sebelumnya, DM tipe II dan kontrol glikemik [9]. Karakteristik ulkus diabetes didominasi oleh wanita di usia lanjut akhir dan rata-rata pasien ulkus memiliki riwayat keluarga diabetes mellitus, mereka dirawat pada 0-5 hari, dan terapi digunakan dengan operasi [10]. Diabetes melitus memiliki berbagai komplikasi kronis dan yang paling sering ditemui adalah ulkus diabetes. Insiden ulkus diabetes setiap tahun adalah 2% di antara semua pasien dengan diabetes dan 5-7,5% di antara pasien diabetes dengan neuropati perifer [11].

Pada luka diabetik yang dilatar belakangi neuropati luka diabetic biasanya bersifat kering, fisura, kulit hangat, halus, warna kulit normal dan lokasi biasanya di plantar, lesi sering berupa punch out. Sedangkan lesi akibat iskemia bersifat sianotik, gangren, kulit dingin dan lokasi tersering adalah di jari. Bentuk ulkus perlu digambarkan seperti; tepi, dasar, ada atau tidak pus, eksudat, edema, kalus, kedalaman ulkus perlu dinilai dengan bantuan probe steril. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh terjadinya luka diabetik pada penderita Diabetes Melitus.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan rancangan survey analitik dengan pendekatan cross sectional study. Penelitian akan dilakukan di RSUD X Makassar pada pada bulan Juni hingga Agustus 2022. Variabel indepen; umur, obesitas, diet, dan aktivitas fisik dan Variabel dependen luka diabetic. Sampel sebanyak 38 orang dengan teknik *purposive sampling*, dengan menggunakan rumus perhitungan besar sampel slovin yang memenuhi kriteria inklusi. Instrumen penelitian berupa kuesioner terdiri dari 15 item pertanyaan, yang terdiri dari 5

pertanyaan faktor obesitas, 5 pertanyaan tentang diet dan lima pertanyaan tentang aktivitas fisik. Jawaban hasil pertanyaan menggunakan skala goutman. Prosedur pengumpulan data dilakukan: editing, koding dan tabulasi. Analisis data univariat dan bivariat menggunakan bantuan SPSS 25.0. Penelitian telah mendapatkan izin baik dari instutisi maupun instansi penelitian.

Hasil

Tabel 1. Karakteristik Responden Umur, Jenis Kelamin, Obesitas, Diet, dan Aktivitas Fisik

Umur	Frekuensi (n)	Persentase (%)
35 – 40	8	23,7
41 – 45	7	18,4
45 – 50	13	31,6
51 – 60	10	26,3
Jenis kelamin		
Laki-laki	13	34,2
Perempuan	25	65,8
Obesitas		
Baik	25	65,8
Kurang	13	34,2
Diet		
Sesuai anjuran	22	57,9
Tidak sesuai	16	42,1
Aktivitas fisik		
Sesuai anjuran	22	57,9
Tidak sesuai	16	42,1
Kejadian luka diabetik		
Ya	12	31,6
Tidak	26	68,4

Tabel 2. Distribusi variabel obesitas, diet, umur, dan aktvitas fisik terhadap luka diabetik

Obesitas	Luka diabetik				Total		<i>p</i>
	Ya		Tidak		n	%	
	n	%	n	%			
Baik	3	7,9	22	57,9	25	65,8	0,001
Kurang	9	23,7	4	10,5	13	34,2	
Diet							
Baik	0	0	22	57,9	22	57,9	0,000
Kurang	12	23,7	4	10,5	16	42,1	
Umur							
Kurang tua	3	7,9	25	65,8	28	73,7	0,000
Tua	9	23,7	1	2,6	10	26,3	
Aktivitas fisik							
Baik	0	0	22	57,9	22	57,9	0,000
Kurang	12	23,7	4	10,5	16	42,1	

Berdasarkan tabel 2 hasil uji statistik dengan uji Chi-square ($\alpha = 0,01$), maka obesitas di peroleh nilai $p = 0,001$, diet nilai $p = 0,000$, umur nilai $p = 0,000$, aktivitas fisik nilai $p = 0,000$. Maka dapat di simpulkan bahwa adanya pengaruh antara obesitas, diet, umur, dan aktivitas fisik dengan kejadian luka diabetic.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti menemukan bahwa terdapat pengaruh antara obesitas, diet, umur, dan aktivitas fisik dengan kejadian luka diabetic. Kepatuhan diet diabetes mellitus merupakan upaya yang sangat penting dalam pengendalian kadar glukosa darah, kolesterol, dan trigliserida mendekati normal sehingga dapat mencegah komplikasi kronik, seperti ulkus kaki diabetes [12]. Kepatuhan diet penderita diabetes mellitus mempunyai fungsi yang sangat penting yaitu mempertahankan berat badan normal, menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik, menurunkan kadar glukosa darah, memperbaiki profil lipid, meningkatkan sensitivitas reseptor insulin dan memperbaiki sistem koagulasi darah [13].

Pengaruh yang signifikan dari latihan diabetes melitus terhadap tingkat risiko diabetes ulkus pada pasien dengan diabetes melitus tipe 2. Perawat diharapkan menerapkan latihan diabetes melitus sebagai salah satu intervensi untuk mencegah komplikasi diabetes ulkus pada pasien diabetes melitus [14]. Bila dilihat dari empat pilar pengelola Diabetes Mellitus, tingkat kepatuhan diabetesi dalam mengatur pola makan, pengobatan dan latihan jasmani, intinya adalah bagaimana diabetesi memahami, menyadari dan dapat mengendalikan kondisi penyakitnya sehingga dapat hidup lebih berkualitas [15]. Untuk mengatasi hal tersebut, sngatlah penting seorang edukator dalam pengelolaan Diabetes Mellitus. Pada intinya edukator memberikan penyuluhan tentang pola makan atau diet dengan tujuan dapat meningkatkan pengetahuan, mengubah sikap, meningkatkan kepatuhan dan meningkatkan kualitas hidup klien Diabetes Melitus [16]. Diabetes melitus gangguan metabolisme yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah (Hiperglikemia) karena kerusakan sekresi insulin dan kerja insulin; Kadar glukosa darah harian bervariasi, dan kadar gula darah akan meningkat setelah makan dan kembali normal dalam waktu 2 jam [17].

Proses aging menyebabkan penurunan sekresi atau resistensi insulin sehingga terjadi makroangiopati, yang akan mempengaruhi penurunan sirkulasi darah salah satunya pembuluh darah besar atau sedang di tungkai yang lebih mudah terjadi ulkus kaki diabetes [18]. Ulkus kaki diabetes terutama terjadi pada penderita diabetes melitus yang telah menderita 10 tahun atau lebih [19]. Apabila kadar glukosa darah tidak terkendali, karena akan muncul komplikasi yang berhubungan dengan vaskuler sehingga mengalami makroangiopati dan mikroangiopati yang akan terjadi vaskulopati dan neuropati yang mengakibatkan menurunnya sirkulasi darah dan adanya robekan/luka pada kaki penderita diabetes mellitus yang sering tidak dirasakan karena terjadinya gangguan neuropati perifer [20].

Nefropati diabetik (DN) adalah salah satu komplikasi mikrovaskular diabetes mellitus (DM) yang paling umum, tetapi tidak ada studi bibliometrik yang berkaitan dengan DN telah diterbitkan dalam 5 tahun terakhir [21]. Prevalensi diabetes melitus di kalangan pasien rawat jalan di Rumah Sakit Rujukan Debre Berhan sebesar 0,34% dan beberapa faktor klinis dan perilaku berkontribusi terhadap terjadinya diabetes melitus yang memaksakan inisiasi strategi preventif, promotif, dan kuratif [22]. Obesitas dan diabetes adalah dua komplikasi metabolik utama yang terkait dengan kebiasaan makan yang buruk dan gaya hidup yang tidak banyak bergerak (malas). Dalam situasi terburuk, masalah metabolisme adalah faktor penyebab berbagai kondisi lainnya [23]. Ada hubungan risiko residual antara hiperglikemia yang merugikan meskipun kontrol glikemik tampaknya tepat [24]. Pedoman praktik klinis yang diperbarui ini memberikan rekomendasi berbasis bukti untuk membantu pengambilan keputusan klinis berbasis tim yang berpusat pada orang untuk meningkatkan perawatan penderita diabetes mellitus [25]. Latihan senam kaki dapat dilakukan dengan posisi berdiri, duduk dan tidur, dengan cara menggerakkan kaki dan sendi-sendi kaki misalnya berdiri dengan kedua tumit diangkat, mengangkat kaki dan

menurunkan kaki [26]. Gerakan dapat berupa gerakan menekuk, meluruskan, mengangkat, memutar keluar atau kedalam dan mencengkram pada jari-jari kaki. Latihan dilakukan sesering mungkin dan teratur terutama pada saat kaki terasa dingin.

Simpulan dan Saran

Terdapat pengaruh antara obesitas, diet, umur, dan aktivitas fisik dengan kejadian luka diabetic. Rekomendasi petugas kesehatan agar meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang penyakit diabetes melitus dengan memberikan penyuluhan agar masyarakat dapat terhindar dari penyakit dan masyarakat agar selalu menjaga kesehatan diri terutama pola makanan yang teratur agar tidak mudah terserang penyakit.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan tak lupa juga terimakasih kami ucapkan kepada ketua STIKES, Direktur Rumah Sakit, yang telah memberikan ijin dan kesempatan kepada kami untuk berkarya dalam suatu penelitian serta teman-teman dosen atas kerjasamanya.

Daftar Rujukan

- [1] Dewi Rury Arindari and Hendra Yedi, "Hubungan Dukungan Keluarga Terhadap Kepatuhan Minum Obat Pada Pasien Hiepertensi Di Wilayah Kerja Puskesmas Punti Kayu Palembang," *J. Kesehat. J. Ilm. Multi Sci.*, vol. 7, no. 13, pp. 105–114, Sep. 2020, doi: 10.52395/jkjims.v7i13.207.
- [2] A. F. N. U. R. I. Sakti, "Hubungan Gaya Hidup Terhadap Hipertensi Di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar." Universitas Hasanuddin, 2018, [Online]. Available: <http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/4064%0A>.
- [3] M. J. Ledo, T. Hariyanto, and V. M. Ardiyani, "Pengaruh Kadar Gula Darah Terhadap Penyembuhan Luka Diabetes Mellitus di Puskesmas Dinoyo Malang," *Nurs. News J. Ilm. Keperawatan*, vol. 3, no. 1, 2018, [Online]. Available: <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/fikes/article/view/826>.
- [4] M. R. Agustina, D. Agnesia, and H. Purnama Pribadi, "Analisis Edukasi Gizi, Pengetahuan, Pola Makan Dan Status Gizi Pada Pasien Diabetes Melitus Rawat Jalan Di Rsud Ibnu Sina Kabupaten Gresik," *Ghidza Media J.*, vol. 2, no. 1, p. 147, Sep. 2021, doi: 10.30587/ghidzamediajurnal.v2i1.3059.
- [5] F. Sundari and H. D. Tjahjono, "Pengaruh Terapi Madu Terhadap Luka Diabetik Pada Pasien Dengan Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Rw 011 Kelurahan Pegirian Surabaya," *J. Keperawatan*, vol. 6, no. 1, pp. 28–35, May 2017, doi: 10.47560/kep.v6i1.156.
- [6] P. A. K. Kustianingsih and A. W. Jadmiko, "Upaya Perawatan Kerusakan Integritas Kulit Pada Pasien Diabetes Melitus Di RSUD dr. SOEHADI PRIJONEGORO." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016, [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/44452>.
- [7] S. Suprpto, "Kegiatan Penyuluhan Tentang Diabetes Militus di Kelurahan Barombong Kota Makassar," *CARADDE J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 200–204, Jan. 2019, doi: 10.31960/caradde.v1i2.71.
- [8] S. A. Hidayatillah, N. Heri, and M. S. Adi, "Hubungan Status Merokok dengan Kejadian Ulkus Diabetikum pada Laki-Laki Penderita Diabetes Melitus," *J. Epidemiol. Kesehat. Komunitas*, vol. 5, no. 1, pp. 32–37, Feb. 2020, doi: 10.14710/jekk.v5i1.6797.
- [9] M. K. Sriyati and E. Suprayitno, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Ulkus Diabetik Pada Pasien Diabetes Melitus: Literature Review," 2021, [Online]. Available: <http://digilib.unisayogya.ac.id/id/eprint/6166>.
- [10] A. U. Detty, N. Fitriyani, T. Prasetya, and B. Florentina, "Karakteristik Ulkus Diabetikum Pada Penderita Diabetes Melitus," *J. Ilm. Kesehat. Sandi Husada*, vol. 11, no. 1, pp. 258–

- 264, Jun. 2020, doi: 10.35816/jiskh.v11i1.261.
- [11] C. V. regia Divandra, "Madu Sebagai Dressing Pada Penyembuhan Ulkus Diabetikum," *J. Ilm. Kesehat. Sandi Husada*, vol. 11, no. 1, pp. 533–539, Jun. 2020, doi: 10.35816/jiskh.v11i1.345.
- [12] I. A. H. Mustafa, "Determinan Epidemiologis Kejadian Ulkus Kaki Diabetik Pada Penderita Diabetes Mellitus Di Rsud Dr. Chasan Boesoirie Dan Diabetes Center Ternate." Universitas Airlangga, 2016, [Online]. Available: <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/53837>.
- [13] P. Susanto, "Hubungan Antara Nilai Abi (Ankle Brachial Index) Dengan Proses Penyembuhan Luka Kaki Diabetik Di Pku Muhammadiyah Klinik Kitamura Pontianak." stik muhammadiyah pontianak, 2021, [Online]. Available: <http://repo.stikmuhptk.ac.id/jspui/handle/123456789/286>.
- [14] D. A. Prasetyorini, "Pengaruh Latihan Senam Diabetes Melitus Terhadap Risiko Terjadinya Ulkus Diabetik pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Desa Rambipuji Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember," 2015, [Online]. Available: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/65748>.
- [15] L. Qodriyah, "Uji Pengaruh Pemberian Perasan Umbi Bit (*beta vulgaris*. L) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah pada Mencit (*mus musculus*. L) dan Pemanfaatannya sebagai Media Edukasi Kesehatan Masyarakat." Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2018, [Online]. Available: <http://repository.um-surabaya.ac.id/id/eprint/2496>.
- [16] H. Syahrir, "Hubungan Dukungan Sosial Keluarga dengan Tingkat Stres pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Kassi Kassi Kota Makassar Tahun 2016." Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2016, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/198220880.pdf>.
- [17] N. S. Norma Lalla and J. Rumatiga, "Ketidakstabilan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II," *J. Ilm. Kesehat. Sandi Husada*, pp. 473–479, Dec. 2022, doi: 10.35816/jiskh.v11i2.816.
- [18] D. Nurhanifah, "Faktor-faktor yang berhubungan dengan ulkus kaki diabetik di poliklinik kaki diabetik," *Heal. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–41, 2017, [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/orphsf6zhbag5pif4o23rc1bqa/access/wayback/https://journal.umbjm.ac.id/index.php/healthy/article/download/67/57/>.
- [19] N. Husniawati, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Ulkus Kaki Diabetes Mellitus Di Klinik Diabetes Mellitus Tahun 2015," *J. Ilmu Kesehat.*, vol. 7, no. 2, pp. 138–143, 2015, [Online]. Available: <http://lp3m.thamrin.ac.id/upload/jurnal/JURNAL-1519702040.pdf>.
- [20] Y. Yulisetyaningrum, I. Indanah, N. A. Nasihah, and T. Suwanto, "Hubungan Ankle Brachial Index Dan Aktivitas Fisik Dengan Kejadian Ulkus Diabetes Mellitus," *J. Ilmu Keperawatan dan Kebidanan*, vol. 13, no. 2, pp. 375–383, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.26751/jikk.v13i2.1537>.
- [21] Y. Shao, "Bibliometric Study of Trends in the Diabetic Nephropathy Research Space from 2016 to 2020," *Oxid. Med. Cell. Longev.*, vol. 2022, pp. 1–12, Apr. 2022, doi: 10.1155/2022/8050137.
- [22] T. D. Habtewold, W. D. Tsega, and B. Y. Wale, "Diabetes Mellitus in Outpatients in Debre Berhan Referral Hospital, Ethiopia," *J. Diabetes Res.*, vol. 2016, pp. 1–6, 2016, doi: 10.1155/2016/3571368.
- [23] S. Kumar *et al.*, "Implicating the effect of ketogenic diet as a preventive measure to obesity and diabetes mellitus," *Life Sci.*, vol. 264, p. 118661, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.lfs.2020.118661.
- [24] K. Li *et al.*, "Residual risk associations between initial hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes in a large cohort including 6709 women with gestational diabetes," *Diabetes Metab.*, vol. 48, no. 1, p. 101320, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.diabet.2022.101320.
- [25] L. Blonde *et al.*, "American Association of Clinical Endocrinology Clinical Practice Guideline: Developing a Diabetes Mellitus Comprehensive Care Plan—2022 Update,"

- Endocr. Pract.*, vol. 28, no. 10, pp. 923–1049, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.eprac.2022.08.002.
- [26] H. Jiang, C. Xia, J. Lin, H. A. Garalleh, A. Alalawi, and A. Pugazhendhi, “Carbon nanomaterials: A growing tool for the diagnosis and treatment of diabetes mellitus,” *Environ. Res.*, vol. 221, p. 115250, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.envres.2023.115250.