



Potensi Radiasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Penyakit Leukemia

Ayu Sulistiyowati¹, Ana Zuyyina Ulfah², Sudarti³

^{1,2,3}Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Abstract

Received: 21 Juni 2023

Revised: 02 Juli 2023

Accepted: 05 Juli 2023

Paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) diduga memiliki pengaruh terhadap penyakit leukemia. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis potensi radiasi medan magnet *Extremely Low Frequency* terhadap penyakit leukemia. Metode penelitian yang digunakan adalah artikel review sebanyak 24 artikel internasional dan nasional pada rentang 10 tahun dari 2013-2023. Dalam penyajian data secara deskriptif dengan disertai tabel hasil penelitian. Potensi radiasi medan magnet *extremely low frequency* (ELF) terhadap penyakit leukemia yang berada di rumah sakit, tempat kerja, saluran listrik tegangan tinggi, dan paparan rumah tangga mungkin berpengaruh terhadap leukemia anak-anak. Oleh karena itu diperlukan banyak penelitian lagi untuk mengklarifikasi permasalahan ini.

Keywords: Radiasi, ELF, Leukemia

(*) Corresponding Author:

How to Cite: Sulistiyowati A, Ulfa A.Z., & Sudarti. (2023). Potensi Radiasi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Penyakit Leukemia. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8148833>.

INTRODUCTION

Gelombang elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan magnet yang beresilasi dan membawa energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa memerlukan (Muharromah et al., 2018). Medan listrik memiliki sifat terhalang, yang berarti ketika suatu benda menghalanginya, intensitas medan listriknya berkurang. Medan magnet memiliki sifat tidak mudah terhalang dan mudah menembus benda. Radiasi yang dipancarkan oleh gelombang elektromagnetik diklasifikasikan berdasarkan frekuensi dan panjang gelombang (Nurhasanah et al., 2018).

Gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi kisaran 0 hingga 300 Hz. Radiasi gelombang elektromagnetik ELF menghasilkan efek non-termal pada objek biologis yang digunakan, artinya tidak menyebabkan perubahan suhu saat berinteraksi dengan atau menginduksi sistem (Nurhasanah et al., 2018). Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik. Medan magnet ELF dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari salah satunya yaitu bidang kesehatan (Purnomo et al., 2015).

Setiap hari hampir semua makhluk hidup pasti terpapar oleh medan magnet sehingga memberikan efek pada organisme hidup terutama manusia dan hewan. WHO menjelaskan tidak banyak akibat yang timbul terhadap 20 kV/m pada orang dan 100kV/m pada hewan laboratorium. Pengaruh medan magnet terhadap manusia

dapat menyebabkan efek imun diantaranya perubahan frekuensi pernapasan, denyut nadi, tekanan darah dan leukosit (Fajri, 2015).

Paparan ELF-EMF mempunyai efek biologis yang merugikan bergantung pada intensitas arus, kekuatan medan magnet, dan durasi paparan. Studi epidemiologi menunjukkan hubungan antara paparan ELF terhadap kanker anak, Alzheimer, dan keguguran. Tetapi kanker dewasa tidak menunjukkan peningkatan risiko yang disebabkan oleh ELF. Selain itu, tidak ada bukti yang konsisten mengenai mortalitas penyakit kardiovaskular akibat paparan ELF. (Karimi et al., 2020).

Kanker merupakan penyakit serius yang berdampak pada kesehatan masyarakat di seluruh dunia. United states merupakan negara penderita kanker tertinggi yakni sekitar 1.918.030 orang. Pada tahun 2022, Pria lebih banyak terkena leukimia dengan prevalensi kasus 4% dibandingkan perempuan dengan prevalensi kasus 3%. Sekitar 60,650 orang penderita leukimia diantaranya 35.810 laki-laki dan 24.840 perempuan. Jumlah kematian 24.840 orang diantaranya 14.020 laki-laki dan 9,980 perempuan (Siegel et al., 2022).

Kanker merupakan kategori yang sering dibahas dikarenakan radiasi medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) diklasifikasikan sebagai karsinogenik (Lai et al., 2016). Sejumlah studi epidemiologi menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan kanker anak, terutama leukimia. Leukimia adalah penyakit yang dialami oleh tubuh ketika produksi sel darah putih (leukosit) berlebihan. Leukimia disebabkan oleh beberapa faktor yakni faktor genetik, racun kimia, dan radiasi. Faktor tersebut menyebabkan gangguan maturasi leukosit dalam sumsum belakang. Leukimia mengakibatkan terbentuknya sel blast (sel darah putih yang imatur). Sel blast adalah sel yang tidak merespon pada mekanisme umpan balik tubuh sehingga sel bereplikasi dengan jumlah yang banyak dan secara cepat. Sel ini bertarung dengan sel darah putih normal di sumsum tulang belakang (Deswita et al., 2023).

Tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah untuk mengetahui besar kecilnya potensi atas intensitas sebuah radiasi medan magnet extremely low frequency (elf) terhadap penyakit kanker darah atau disebut juga leukemia.

METHODS

Dalam penyusunan artikel ini menggunakan metode studi literatur atau review artikel dengan analisis data mapping artikel yang diklasifikasikan berdasarkan sumber paparan radiasi (peralatan elektronik dan saluran udara tegangan ekstra tinggi) dan intensitas medan listrik serta medan magnet yang berbeda-beda untuk mengetahui besar kecilnya pengaruh terhadap kesehatan khususnya pada penyakit leukemia. Artikel yang direview berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan terhadap permasalahan baik dari jurnal nasional dan internasional sebanyak 24 artikel pada rentang 10 tahun dari 2013-2023. Dalam penyajian data secara deskriptif dengan disertai tabel hasil penelitian

RESULTS & DISCUSSION

Menurut Rahmah & Alfiyanti (2021) leukemia merupakan suatu keganasan dalam penyakit yang menyerang hematologi dengan ditandai adanya diferensial dan proliferasi sel induk hematopoietic. Leukemia diklasifikasikan berdasarkan

maturitas dan jenis turunan sel seperti leukemia mieloblastik akut (LMA), leukemia limfoblastik akut (LLA), leukemia mielositik kronik (LMK), dan leukemia limfositik kronik (LLK) ((kemas, 2014). Terdapat jenis leukemia yakni antara lain 1) Acute myeloid leukemia (AML) adalah penyakit yang banyak diderita sebesar 25% dari semua jenis leukemia. Penderita AML memiliki gejala terkait komplikasi pansitopenia (anemia, neutropenia, dan trombositopenia). Manifestasi oral penderita AML adalah lesi mirip noma yang menyebabkan agranulositosis. 2) Chronic myeloid leukemia (CML) dengan tanda yang dialami penderita yaitu sel yang berdiferensiasi baik di sumsum tulang, dan jaringan perjalanan klinis panjang. Kelainan mieloproliferatif sering terlihat pada orang dewasa usia 30-50 tahun. 3) Acute lymphoblastic leukemia (ALL) leukemia ini sering diderita oleh penderita sekitar usia 65 tahun. 4) Chronic lymphoblastic leukemia (CLL) penderita penyakit ini mencapai 30 kasus per 100.000 penduduk dalam setahun terhadap usia di rata-rata diagnosis 72 tahun (Inayah et al., 2021).

Pasien yang terdiagnosis leukemia memiliki ciri-ciri diantaranya (a) letih atau lemas terus-menerus (b) berat badan turun secara drastis (c) mudah berdarah atau memar (d) demam (e) sering terkena infeksi (f) kelenjar getah bening membengkak (g) mengalami pembesaran hati atau limpa (h) nyeri tulang (i) keringat berlebihan terutama saat malam hari (j) bintik-bintik merah kecil di kulit (Jitowiyono, 2018).

Penderita penyakit leukemia disebabkan oleh sel darah putih (leukosit) yang diproduksi berlebih dan tidak terkontrol. Jumlah berlebih pada sel darah putih menyebabkan terganggunya fungsi normal sel darah lainnya seperti sel darah merah dan trombosit. Leukemia pertama kali menyerang sel darah putih. Diketahui bahwa sel darah putih merupakan sistem pertahanan yang sangat efektif melawan infeksi. Sel darah putih ini biasanya tumbuh dan berkembang secara teratur sebagai respons terhadap kebutuhan tubuh untuk melawan infeksi. Tetapi pada penderita leukemia, sumsum tulang menghasilkan sel darah putih yang abnormal, dan jumlahnya sangat banyak sehingga tidak berfungsi dengan baik (Ghozali & Eviyanti, 2016).

Gelombang elektromagnetik ELF merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang tergolong radiasi non pengion dengan frekuensi di bawah 300 Hz. Energi medan magnet sangat kecil sehingga efek yang ditimbulkannya sangat kecil. Paparan radiasi dan bahan kimia tertentu (seperti benzena) dan mengonsumsi obat antikanker meningkatkan risiko terkena leukemia dan penyakit genetik tertentu (sindrom Down dan sindrom Fanconi) lebih rentan terhadap leukemia (Wati & Qoyyimah, 2018).

Berdasarkan hasil review dari beberapa jurnal, terdapat beberapa contoh penelitian mengenai potensi gelombang elektromagnetik ELF terhadap penyakit leukemia sebagai berikut

Tabel Penelitian Potensi Gelombang Elektromagnetik ELF Terhadap Penyakit Leukemia

<i>Sumber</i>	<i>Jenis Ukuran</i>	<i>Tingkat Asosiasi</i>	<i>Dampak Terhadap Leukemia</i>
---------------	---------------------	-------------------------	---------------------------------

(Sermage-Faure et al., 2013)	Jarak (< 50 m, 225–400 kV) (VHV-HVOL) Jarak (< 50 m, 63–150 kV) (HV-HVOL) ALL, High-voltage overhead power lines (HVOLs) di Prancis 2779 kasus, 30,000 kontrol.	OR = 1.7 (0.9–3.6) OR = 1.0 (0.6–1.7)	Tidak ada hubungan dengan tinggal di luar jarak tersebut dari VHV-HVOL atau dalam jarak 50m dari HV-HVOL
(Bunch et al., 2014)	Jarak (< 200 m) Jarak (< 599 m) 53,515 kasus kanker anak yang cocok dengan setidaknya satu kontrol	RR = 1.12 (0.90–1.38) RR = 0.99 (0.89–1.10)	Peningkatan risiko leukimia tidak melampaui 600 m untuk saluran tegangan apa pun
(Zhao et al., 2014)	<0,1 μ T (0,1 μ T – 0,4 μ T) <0,2 μ T 11.699 kasus dan 13.194 kontrol	Leukemia total : OR = 1.57, (1.03–2.40) for acute lymphocytic leukemia: OR = 2.43 (1.30–4.55) Pada <0,2 μ T : OR = 1.31 (1.06–1.61)	Tingkat paparan medan magnet mungkin berhubungan dengan leukemia pada anak
(Pedersen et al., 2013)	Jarak (< 200 m) Jarak (< 599 m) 1698 kasus, 3396 kontrol saluran listrik overhead 132–400 kV	OR = 0.76 (0.40–1.45) OR = 0.92 (0.67–1.25)	Tidak menemukan risiko leukemia yang lebih tinggi untuk anak-anak yang hidup 0–199 m atau untuk anak-anak yang hidup 200–599 m dari saluran listrik overhead 132–400 kV.
(Koeman et al., 2014)	120.852 pria dan wanita berusia 55–69 tahun dengan	Pada pria, Acute Myeloid Leukemia (AML) :	Hubungan positif yang signifikan

	<p>menggunakan tiga metrik keterpaparan:</p> <p>(1) Pernah memiliki pekerjaan dengan keterpaparan rendah atau tinggi terhadap ELF-MF versus latar belakang,</p> <p>(2) Durasi keterpaparan</p> <p>(3) Paparan kumulatif.</p>	<p>$HR = 2.15 (1.06 - 4.35)$</p> <p>Follicular Lymphoma :</p> <p>$HR = 2.78 (1.00 - 5.77)$</p>	<p>dengan FL tetapi tidak dengan AML di antara pria.</p>
(Salvan et al., 2015)	<p>0.1–0.2 μT</p> <p>> 0.2 μT</p> <p>> 3 μT</p> <p>409 kasus, 569 kontrol Diukur relatif terhadap <0,1 μT, 24-48 jam di kamar tidur anak</p>	<p>$OR = 1.87 (0.53-1.25)$</p> <p>$OR = 2.24 (1.03-4.88)$</p> <p>$OR = 0.75 (0.38-1.50)$</p>	<p>Tidak ada hubungan pajanan-penyakit yang diamati dalam analisis berdasarkan pajanan terus-menerus.</p>
(Su et al., 2016)	<p>11 studi kasus-kontrol dan 1 studi kohort</p> <p>Pajanan pekerjaan Orang tua dikaitkan dengan resiko leukimia pada anak</p>	<p>$OR = 1.96 (1.03 - 3.74)$</p> <p>atau skor kualitas yang lebih rendah $OR = 1.52 (1.07 - 2.15)$</p>	<p>Tidak ada hubungan antara paparan ELF pekerjaan orang tua dan risiko leukemia masa kanak-kanak</p>
(Huss et al., 2018)	<p>3,1 juta pekerja yang terpapar pada tingkat yang berbeda terhadap ELF-MF: paparan selalu tinggi, hanya sedang, hanya rendah</p> <p>menggunakan Cox propotional hazard models</p>	<p>Paparan pada laki-laki Myeloid leukemia, $HR = 1.31 (1.02 - 1.67)$ yang selalu tinggi</p> <p>AML, $HR = 1.26 (0.93 - 1.70)$</p>	<p>Tidak memberikan bukti yang meyakinkan untuk peningkatan risiko kematian dari berbagai kanker hematopoietik pada pekerja yang terpapar medan magnet</p>

			<i>ELF tingkat tinggi atau sedang. Namun, kami mengamati peningkatan risiko AML pada pekerja yang terpapar tingkat tinggi untuk durasi yang lebih lama.</i>
(Talibov et al., 2019)	$>0.2 \mu T$ $\leq 0.2 \mu T$ 11 studi kasus-kontrol termasuk 9723 kasus leukemia anak dan 17.099 kontrol. Paparan ELF pekerjaan orang tua diperkirakan dengan menghubungkan pekerjaan ke Job-exposure matrix (JEM)	Paparan saat melahirkan OR = 1.04 (0.95 – 1.13) untuk ALL dan OR = 1.06 (0.87 – 1.29) untuk AML Paparan selama kehamilan OR = 1,00 (0,89 - 1,12) untuk ALL dan OR = 0,85 (0,61 - 1,16) untuk AML.	Tidak menemukan hubungan apa pun antara paparan ELF pekerjaan orang tua dan resiko leukemia masa kanak-kanak.
(Núñez-Enríquez et al., 2020)	$\geq 0.2 \mu T$ $\geq 0.3 \mu T$ $\geq 0.4 \mu T$ $\geq 0.5 \mu T$ $\geq 0.6 \mu T$ 290 pasien insiden B-lineage ALL (B-ALL) dan 407 kelompok kontrol berusia > 16 tahun, dipapar 24 jam	OR = 1.26 (0.84–1.89) OR = 1.53 (0.95–2.48) OR = 1.87 (1.04–3.35) OR = 1.80 (0.95–3.44) OR = 2.32 (1.10–4.93)	Proporsi anak yang terpapar $\geq 0,3 \mu T$ termasuk yang tertinggi yang dilaporkan di seluruh dunia. Selain itu, paparan ELF-MF $\geq 0,4 \mu T$ dapat dikaitkan dengan risiko B-ALL

Berdasarkan beberapa data penelitian diatas, penyakit leukemia banyak terjadi pada anak-anak daripada orang dewasa. Leukemia mungkin disebabkan oleh medan magnet ELF yang ada di rumah sakit, tempat kerja, saluran listrik tegangan tinggi, dan paparan rumah tangga. Pengaruh medan magnet ELF terhadap leukemia adalah tidak konsisten, artinya tidak ada pembuktian yang tegas dan jelas mengenai

pengaruh medan magnet ELF terhadap kanker darah leukimia. Mekanisme spesifik di mana paparan medan magnet meningkatkan risiko leukemia masih belum pasti, tetapi kita tahu bahwa pembentukan spesies oksigen reaktif dan induksi gen terlibat. Risiko sebenarnya kemungkinan lebih besar daripada yang ditunjukkan oleh metaanalisis karena bias dalam beberapa laporan sebagai serta dalam studi individu dan karena kurangnya populasi pembanding yang tidak terpajan. Akhirnya, diperlukan lebih banyak penelitian untuk mengklarifikasi mekanisme medan magnet ini.

CONCLUSION

Potensi radiasi medan magnet extremely low frequency (elf) terhadap penyakit leukimia yang berada di rumah sakit, tempat kerja, saluran listrik tegangan tinggi, dan paparan rumah tangga mungkin berpengaruh terhadap leukimia anak-anak. Oleh karena itu diperlukan banyak penelitian lagi untuk mengklarifikasi permasalahan ini.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis berterimakasih kepada Bu Sudarti selaku dosen yang telah membimbing penulis dalam pembuatan artikel sehingga dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENCES

- Bunch, K. J., Keegan, T. J., Swanson, J., Vincent, T. J., & Murphy, M. F. G. (2014). Residential distance at birth from overhead high-voltage powerlines: Childhood cancer risk in Britain 1962-2008. *British Journal of Cancer*, *110*(5), 1402–1408. <https://doi.org/10.1038/bjc.2014.15>
- Deswita, Apriyanti, & Jennisya, O. (2023). *LEUKIMIA PADA ANAK : KEMOTERAPI \& KELELAHAN (FATIGUE)*. Penerbit Adab. <https://books.google.co.id/books?id=OC2wEAAAQBAJ>
- Fajri, M. D. S. dan Y. (2015). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (Elf) Intensitas > 100?t Terhadap Kelainan Kongenital Bayi Tikus Putih Stain Wistar. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *4*(1), 15–20.
- Ghozali, M. F., & Eviyanti, A. (2016). Sistem Pakar Diagnosa Dini Penyakit Leukimia Dengan Metode “Certainty Factor.” *Kinetik*, *1*(3), 135. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v1i3.122>
- Huss, A., Spoerri, A., Egger, M., Kromhout, H., & Vermeulen, R. (2018). Occupational extremely low frequency magnetic fields (ELF-MF) exposure and hematolymphopoietic cancers – Swiss National Cohort analysis and updated meta-analysis. *Environmental Research*, *164*(February), 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.022>
- Inayah, Y., Sumintarti, Horax, S., Fajriani, & Marhamah. (2021). Early detection and manifestation of leukemia in the oral cavity of the child. *Makassar Dental Journal*, *10*(3), 283–287. <https://doi.org/10.35856/mdj.v10i3.466>
- Karimi, A., Ghadiri Moghaddam, F., & Valipour, M. (2020). Insights in the biology of extremely low-frequency magnetic fields exposure on human health. *Molecular Biology Reports*, *47*(7), 5621–5633.

- <https://doi.org/10.1007/s11033-020-05563-8>
- kemas, yakub. (2014). Pola Gambaran Darah Tepi pada Penderita Leukimia di Laboratorium Klinik RSUP dr. Moh. Hoesin Palembang. *Majalah Kedokteran Sriwijaya*, 46(4), 259–265.
- Koeman, T., Van Den Brandt, P. A., Slottje, P., Schouten, L. J., Goldbohm, R. A., Kromhout, H., & Vermeulen, R. (2014). Occupational extremely low-frequency magnetic field exposure and selected cancer outcomes in a prospective Dutch cohort. *Cancer Causes and Control*, 25(2), 203–214. <https://doi.org/10.1007/s10552-013-0322-x>
- Lai, J., Zhang, Y., Zhang, J., Liu, X., Ruan, G., Chaugai, S., Tang, J., Wang, H., Chen, C., & Wang, D. W. (2016). Effects of 100- μ T extremely low frequency electromagnetic fields exposure on hematograms and blood chemistry in rats. *Journal of Radiation Research*, 57(1), 16–24. <https://doi.org/10.1093/jrr/rrv059>
- Muharromah, N. N. A., Sudarti, & Subiki. (2018). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap Sifat Organoleptik dan pH Susu Sapi Segar. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018, 28 November 2018*, 3(2), 13–18.
- Núñez-Enríquez, J. C., Correa-Correa, V., Flores-Lujano, J., Pérez-Saldivar, M. L., Jiménez-Hernández, E., Martín-Trejo, J. A., Espinoza-Hernández, L. E., Medina-Sanson, A., Cárdenas-Cardos, R., Flores-Villegas, L. V., Peñaloza-González, J. G., Torres-Nava, J. R., Espinosa-Elizondo, R. M., Amador-Sánchez, R., Rivera-Luna, R., Dosta-Herrera, J. J., Mondragón-García, J. A., González-Ulibarri, J. E., Martínez-Silva, S. I., ... Mejía-Aranguré, J. M. (2020). Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and the Risk of Childhood B-Lineage Acute Lymphoblastic Leukemia in a City With High Incidence of Leukemia and Elevated Exposure to ELF Magnetic Fields. *Bioelectromagnetics*, 41(8), 581–597. <https://doi.org/10.1002/bem.22295>
- Nurhasanah, Sudarti, & Supriadi, B. (2018). Analisis Medan Magnet ELF terhadap Nilai pH Ikan dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng (Chanos chanos). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 116–122.
- Pedersen, C., Raaschou-Nielsen, O., Rod, N. H., Frei, P., Poulsen, A. H., Johansen, C., & Schüz, J. (2013). Distance from residence to power line and risk of childhood leukemia: A population-based case-control study in Denmark. *Cancer Causes and Control*, 25(2), 171–177. <https://doi.org/10.1007/s10552-013-0319-5>
- Purnomo, D., Sugiharto, S., & Isroli, I. (2015). Total leukosit dan diferensial leukosit darah ayam broiler akibat penggunaan tepung onggok fermentasi rhizopus oryzae pada ransum. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan (Indonesian Journal of Animal Science)*, 25(3), 59–68. <https://doi.org/10.21776/UB.JIIP.2015.025.03.08>
- Rahmah, S., & Alfiyanti, D. (2021). Penurunan Mual Muntah Pasien Acute Limfoblastik Leukimia yang Menjalani Kemoterapi dengan Terapi Akupresur Pada Titik P6 (Neiguan) dan Titik ST36 (Zusanli). *Ners Muda*, 2(2), 37. <https://doi.org/10.26714/nm.v2i2.6262>
- Salvan, A., Ranucci, A., Lagorio, S., & Magnani, C. (2015). Childhood leukemia and 50 Hz magnetic fields: Findings from the Italian SETIL case-control

- study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(2), 2184–2204. <https://doi.org/10.3390/ijerph120202184>
- Sermage-Faure, C., Demoury, C., Rudant, J., Goujon-Bellec, S., Guyot-Goubin, A., Deschamps, F., Hemon, D., & Clavel, J. (2013). Childhood leukaemia close to high-voltage power lines - The Geocap study, 2002-2007. *British Journal of Cancer*, 108(9), 1899–1906. <https://doi.org/10.1038/bjc.2013.128>
- Siegel, R. L., Miller, K. D., Fuchs, H. E., & Jemal, A. (2022). Cancer statistics, 2022. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 72(1), 7–33. <https://doi.org/10.3322/caac.21708>
- Su, L., Fei, Y., Wei, X., Guo, J., Jiang, X., Lu, L., & Chen, G. (2016). Associations of parental occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields with childhood leukemia risk. *Leukemia and Lymphoma*, 57(12), 2855–2862. <https://doi.org/10.3109/10428194.2016.1165812>
- Talibov, M., Olsson, A., Bailey, H., Erdmann, F., Metayer, C., Magnani, C., Petridou, E., Auvinen, A., Spector, L., Clavel, J., Roman, E., Dockerty, J., Nikkilä, A., Lohi, O., Kang, A., Psaltopoulou, T., Miligi, L., Vila, J., Cardis, E., & Schüz, J. (2019). Parental occupational exposure to low-frequency magnetic fields and risk of leukaemia in the offspring: Findings from the Childhood Leukaemia International Consortium (CLIC). *Occupational and Environmental Medicine*, 76(10), 746–753. <https://doi.org/10.1136/oemed-2019-105706>
- Wati, N. L., & Qoyyimah, D. F. (2018). Tingkat Stres Ibu Yang Mempunyai Anak Kanker Leukemia di Rumah Cinta Bandung. *Jurnal Keperawatan BSI*, VI(1), 69–76.
- Zhao, L., Liu, X., Wang, C., Yan, K., Lin, X., Li, S., Bao, H., & Liu, X. (2014). Magnetic fields exposure and childhood leukemia risk: A meta-analysis based on 11,699 cases and 13,194 controls. *Leukemia Research*, 38(3), 269–274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.leukres.2013.12.008>