

**SMART INHALER DALAM PENATALAKSANAAN ASMA: STUDI TERKINI
TENTANG PENINGKATAN KEPATUHAN TERAPI DAN HASIL KLINIS**

***SMART INHALERS IN ASTHMA CARE: RECENT STUDIES ON IMPROVING
MEDICATION ADHERENCE AND OUTCOMES***

Salsabela^{1*}

¹Bagian Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kecamatan Pontianak Tenggara, Kota
Pontianak, Kalimantan Barat 78124

*Email: salsabela@pharm.untan.ac.id

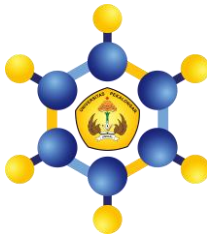
ABSTRAK

Asma merupakan penyakit pernapasan kronis yang paling umum di dunia, dengan kepatuhan terhadap terapi pemeliharaan masih rendah, sehingga meningkatkan risiko eksaserbasi, rawat inap, dan mortalitas. Intervensi digital, termasuk perangkat pemantauan elektronik, *smart inhaler*, *smart spacer*, aplikasi mobile, dan pengingat SMS, telah muncul sebagai strategi inovatif untuk meningkatkan kepatuhan dan hasil klinis. Tujuan penelitian Adalah untuk menilai efektivitas intervensi digital dalam meningkatkan kepatuhan terhadap terapi pemeliharaan pada pasien asma, mengevaluasi dampak klinis dan ekonomi. Tinjauan dilakukan terhadap delapan studi RCT dan observasional yang mengevaluasi intervensi digital pada pasien dewasa dan anak-anak dengan asma. Variabel utama meliputi kepatuhan, teknik inhaler, kontrol asma, kualitas hidup, prediksi eksaserbasi, dan cost-effectiveness. Hasil perbandingan antara kelompok kontrol dan kelompok intervensi digital menunjukkan bahwa penerapan intervensi digital meningkatkan kepatuhan pasien hingga 23%, memperbaiki teknik penggunaan inhaler, serta membantu pengendalian asma dan meningkatkan kualitas hidup. *Smart inhaler* dapat memprediksi eksaserbasi dengan akurasi tinggi, memungkinkan kontrol asma lebih tepat waktu dan responsif. Penelitian jangka panjang menunjukkan adanya penghematan biaya yang signifikan, terutama berkurangnya terapi tambahan. Pada pasien anak-anak, kepatuhan dan teknik penggunaan inhaler merupakan dua faktor yang berbeda, sehingga memerlukan edukasi yang terfokus dan sesuai dengan kebutuhan pasien anak. Intervensi digital efektif dalam meningkatkan kepatuhan dan hasil klinis pada pasien asma. Strategi ini memiliki potensi untuk mendukung manajemen asma yang dipersonalisasi dan lebih hemat biaya. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas jangka panjang serta penerapannya dalam praktik klinis sehari-hari.

Kata kunci: asma, smart inhaler

ABSTRACT

Asthma is the most common chronic respiratory disease worldwide, with suboptimal adherence to maintenance therapy, resulting in increased exacerbations, hospitalizations, and mortality. Digital interventions, including electronic monitoring devices, smart



inhalers, smart spacers, mobile applications, and SMS reminders, have emerged as innovative strategies to improve adherence and clinical outcomes. The research aims to evaluate the effectiveness of digital interventions in enhancing adherence to maintenance therapy in asthma patients, assess clinical and economic impacts. Review was conducted on eight RCTs and observational studies evaluating digital interventions in adult and pediatric asthma patients. Key outcomes included adherence, inhaler technique, asthma control, quality of life, exacerbation prediction, and cost-effectiveness. Digital interventions are effective in improving adherence and clinical outcomes in asthma patients. These strategies hold the potential to support personalized and cost-effective asthma management. Further research is needed to evaluate the long-term effectiveness and implementation in everyday clinical practice. Digital interventions are effective in improving adherence and clinical outcomes in asthma patients. These strategies hold the potential to support personalized and cost-effective asthma management. Further research is needed to evaluate the long-term effectiveness and implementation in everyday clinical practice.

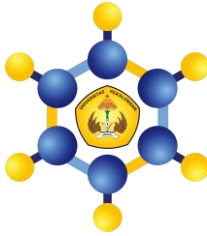
Keywords: *asthma, smart inhaler*

A. Pendahuluan

Asma merupakan salah satu penyakit pernapasan kronis yang paling umum di dunia, memengaruhi lebih dari 334 juta orang dewasa dan anak-anak (*Global Initiative for Asthma*, 2023). Meskipun pengobatan efektif seperti kortikosteroid inhalasi (ICS) tersedia, kepatuhan terhadap terapi pemeliharaan masih rendah yang berkontribusi terhadap peningkatan frekuensi eksaserbasi, rawat inap, dan angka mortalitas (Mainar A Sicras *et al.*, 2018). Kepatuhan yang rendah terhadap ICS dan kesalahan teknik penggunaan inhaler merupakan faktor utama pengendalian asma yang tidak optimal. Pendekatan edukasi tradisional memiliki

efektivitas terbatas dalam meningkatkan kepatuhan dan hasil klinis, sehingga diperlukan strategi inovatif untuk mendukung pasien dalam praktik klinis nyata (Hoyte *et al.*, 2022).

Teknologi digital, termasuk *smart inhaler* dan pesan teks telah dikembangkan untuk membantu pasien mengingat dan mengoptimalkan penggunaan obat. Bukti meta-analisis menunjukkan bahwa intervensi digital dapat meningkatkan kepatuhan sebesar 15% dan mengurangi risiko serangan asma hingga setengahnya, meskipun manfaat pada fungsi paru dan kunjungan ke fasilitas Kesehatan masih terbatas (A, Chan *et al.*, 2022).



Artikel ini bertujuan untuk menilai efektivitas intervensi digital dalam meningkatkan kepatuhan terapi jangka panjang, dampak klinis dan biaya pengobatan pasien asma.

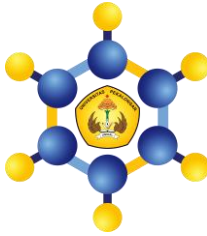
B. Metode Penelitian

Artikel ini berfokus pada efektivitas intervensi digital dalam meningkatkan kepatuhan terhadap terapi jangka panjang pasien asma. Penelitian ini mengikuti pedoman PRISMA untuk memastikan transparansi dalam proses pencarian dan seleksi literatur. Kriteria inklusi yang digunakan dalam pencarian meliputi: a) pasien yang didiagnosis asma; b) studi klinis seperti *Randomized Controlled Trial*, studi observasional, dan studi kohort; c) artikel dengan teks lengkap yang tersedia. Adapun kriteria eksklusi mencakup artikel yang melibatkan pasien dengan PPOK, TB, atau Hepatitis. Pencarian literatur (lihat Gambar 1) dilakukan menggunakan tiga database: *PubMed*, *Google Scholar*, dan *Cochrane Library*, dengan batasan tahun literatur antara 2020 hingga 2025.

C. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari artikel-artikel yang telah dikumpulkan, Tabel 1 menyajikan ringkasan karakteristik dan temuan utama dari delapan artikel yang dianalisis. Salah satunya adalah penggunaan *smart spacer* pada pasien asma dewasa, yang terbukti mengurangi kesalahan inhalasi sebesar 26,2%. Sebaliknya, pada kelompok kontrol, kesalahan inhalasi justru meningkat sebesar 14,6%. Meskipun demikian, kepatuhan terhadap pengobatan sedikit menurun pada kelompok yang menerima intervensi, sementara pada kelompok kontrol, kepatuhan justru meningkat. Namun, tidak ditemukan perubahan signifikan pada fungsi paru, skor *Asthma Control Questionnaire (ACQ)*, maupun kadar FeNO.

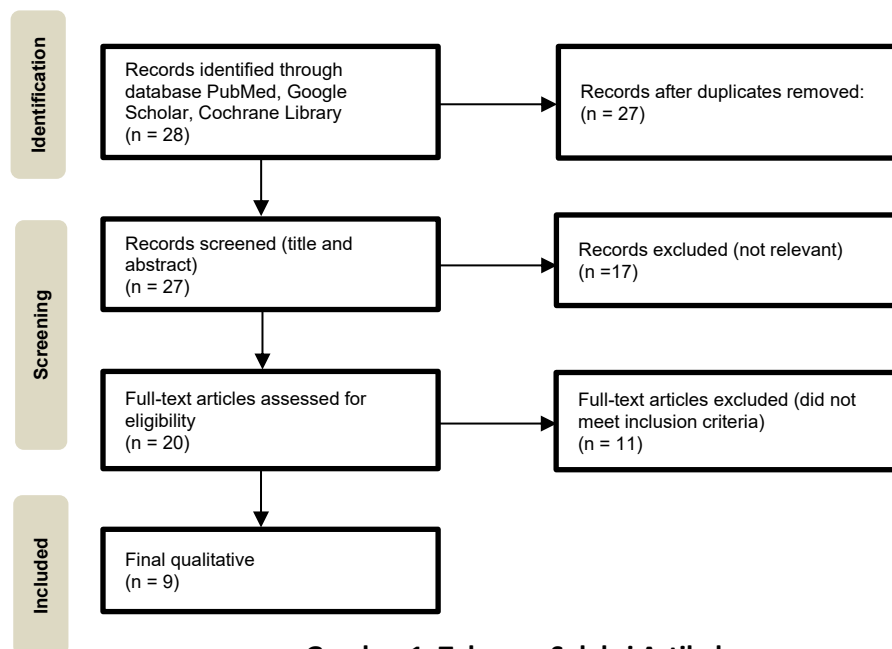
Hasil lainnya, intervensi berbasis *Electronic Monitoring Device (EMD)* dan aplikasi *mobile* yang diterapkan selama 12 bulan pada pasien asma dewasa yang tidak terkontrol, menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kepatuhan terhadap



pengobatan serta pengendalian asma. Meskipun demikian, efek dari intervensi ini bervariasi bergantung pada karakteristik individu pasien, seperti *self-efficacy*, literasi digital, dan keyakinan terhadap obat yang digunakan.

Salah satu inovasi menarik dalam manajemen asma adalah penggunaan *Digital inhaler* yang terintegrasi dengan *machine learning algorithm*. Alat ini mampu memprediksi eksaserbasi dalam lima hari ke depan dengan akurasi tinggi. Analisis

menunjukkan bahwa jumlah inhalasi harian dalam empat hari sebelum prediksi menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap kemampuan prediksi tersebut. Selain itu, studi *DIGIPREDICT* menggabungkan beberapa perangkat, seperti *smartwatch*, *smart inhaler*, *peak flow meter*, dan aplikasi pemantauan batuk yang digunakan pada 300 peserta selama enam bulan untuk mengembangkan model prediksi risiko eksaserbasi.



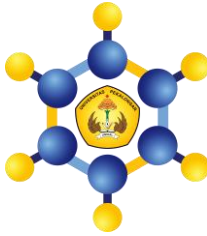
Gambar 1. Tahapan Seleksi Artikel

Sistem *Reliever Digihaler* yang digunakan selama 12 minggu, terbukti meningkatkan peluang perbaikan pengendalian asma dibandingkan dengan perawatan standar. Keberhasilan sistem ini sangat dipengaruhi oleh penggunaan data *real-time* mengenai kualitas inhalasi dan penggunaan inhaler oleh pasien. Sejalan dengan temuan ini, analisis *cost-effectiveness* terhadap *digital inhaler* menunjukkan penghematan biaya jangka panjang, terutama karena berkurangnya penggunaan terapi biologis tambahan dan peningkatan kontrol asma.

Pasien anak-anak berusia 6–18 tahun, penggunaan *Respiro* tidak menunjukkan korelasi signifikan antara kepatuhan dan teknik inhalasi. Hanya 21% dari pasien yang menunjukkan kedua hasilnya baik. Terdapat hubungan antara teknik inhalasi yang buruk dengan usia yang lebih muda, tinggi badan yang lebih rendah, dosis salbutamol harian yang tinggi, dan frekuensi kunjungan darurat yang lebih sering. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa teknik inhalasi yang buruk berhubungan dengan faktor usia yang lebih muda, tinggi badan yang lebih rendah, dosis salbutamol harian yang tinggi, serta frekuensi kunjungan darurat yang lebih sering.

Table 1. Hasil Uji aktivitas antibakteri hexylresorcinol

Penulis (Tahun)	Negara	Desain Studi	Populasi	Inhaler	Hasil Utama
Dierick <i>et al.</i> , 2022	Belanda	RCT	42 pasien dewasa dengan asma	<i>Smart spacer</i> dan edukasi inhaler personalisasi	<i>Feasibility</i> tinggi; inhalasi <i>error</i> turun 26.2%
Lugogo <i>et al.</i> , 2022	Amerika Serikat	<i>open-label study</i>	360 pasien dewasa, <i>poorly controlled asthma</i>	ProAir® Digihaler® (eMDPI, sensor)	Mampu memprediksi eksaserbasi dalam 5 hari ke depan
Hoyte <i>et al.</i> , 2022	Amerika Serikat	RCT	333 pasien ≥13 tahun, <i>suboptimal asthma control</i>	<i>Reliever Digihaler System</i> (RDS)	85.3% peningkatan kontrol asma

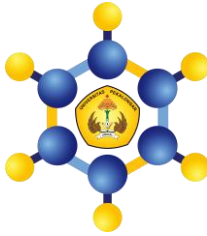


van de Hei <i>et al.</i> , 2022	Belanda	<i>Open-label cluster RCT</i>	164 pasien dewasa, <i>uncontrolled asthma & non-adherence</i>	<i>Digital inhaler</i> (budesonide/formoterol SYMBICORT Turbuhaler) + <i>smartphone application</i>	Kepatuhan meningkat
van de Hei <i>et al.</i> , 2022	Belanda	<i>Model-based cost-utility analysis</i> (data RCT INCA Sun)	Pasien dewasa, <i>difficult-to-treat asthma</i>	<i>Digital inhaler</i> (INCA Sun)	<i>Cost-saving</i> , kepatuhan dan ketepatan teknik inhalasi meningkat, terapi biologis tambahan berkurang
Chan <i>et al.</i> , 2023	Selandia Baru	<i>Prospective cohort study</i> ,	300 peserta ≥12 tahun, riwayat serangan asma moderat/berat	<i>Smart watch, smart inhaler, peak flow meter, cough monitoring app</i>	Model prediksi serangan eksaserbasi
Sportel <i>et al.</i> , 2022	Belanda	<i>Observational phase I</i>	34 anak 6–18 tahun, <i>uncontrolled asthma</i>	<i>Smart add-on device</i> <i>Respiro</i> ® (Amiko, London)	Tidak ada korelasi signifikan antara kepatuhan dan teknik inhalasi
Dierick <i>et al.</i> , 2022	Belanda	RCT	42 pasien dewasa dengan asma	<i>Smart spacer</i> + edukasi inhaler personalisasi	Fokus <i>usability</i> dan kesalahan teknik inhaler

Penggunaan *smart spacer* dan *smart inhaler* mampu meningkatkan kepatuhan dan keterampilan inhalasi pada pasien asma dewasa. Hal ini menegaskan pentingnya edukasi berbasis *smart devices* untuk membantu pasien menguasai teknik inhalasi yang tepat. *Smart inhaler* yang memanfaatkan data sensor dan algoritma pembelajaran mesin berpotensi mengubah pendekatan manajemen asma, dari yang semula reaktif menjadi lebih proaktif. Kemampuan untuk memprediksi

eksaserbasi secara akurat, perangkat ini memungkinkan intervensi dini dari tenaga kesehatan, sehingga dapat mengurangi risiko komplikasi dan rawat inap. Intervensi berbasis *Reliever Digihaler*

System dan EMD menunjukkan bahwa penggunaan data digital dapat mendukung pengambilan keputusan klinis yang lebih baik serta meningkatkan kontrol asma dalam jangka pendek dan menengah. Pasien anak tidak menunjukkan adanya korelasi antara kepatuhan dan teknik inhalasi yang



mengindikasikan bahwa kedua faktor ini harus dianggap sebagai target intervensi yang terpisah. Oleh karena itu, strategi edukasi perlu dipersonalisasi, karena pasien anak yang memiliki kepatuhan tinggi terhadap pengobatan tidak selalu menggunakan inhaler dengan teknik

D. Kesimpulan

Intervensi digital pada pasien asma terbukti efektif dalam meningkatkan kepatuhan hingga 23%, memperbaiki teknik inhalasi, dan meningkatkan pengendalian asma serta kualitas hidup. Selain itu, intervensi ini memiliki potensi untuk mendukung manajemen asma yang lebih dipersonalisasi dan menghemat biaya jangka panjang, terutama melalui pengurangan penggunaan terapi biologik tambahan. Hasil ini menunjukkan bahwa intervensi digital dapat menjadi alat yang penting dalam pengelolaan asma secara lebih proaktif dan efisien.

E. Referensi

Chan, A., De Simoni, A., Wileman, V., Holliday, L., Newby, C. J., Chisari, C., Ali, S., Zhu, N., Padakanti, P., Pinprachanan, V., Ting, V., &

yang benar. Penelitian jangka panjang, evaluasi biaya, dan penerapan intervensi ini dalam praktik sehari-hari masih diperlukan untuk memvalidasi efektivitas, keberlanjutan, dan potensi generalisasinya di berbagai praktik klinis.

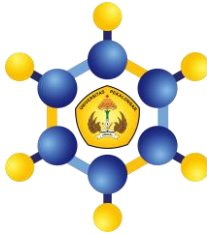
Griffiths, C. J. (2022). Digital interventions to improve adherence to maintenance medication in asthma. *The Cochrane database of systematic reviews*, 6(6), CD013030.

Chan, A. H. Y., Te Ao, B., Baggott, C., Cavadino, A., Eikholt, A. A., Harwood, M., ... & Harrison, J. (2023). DIGIPREDICT: Identifying early digital markers of asthma attacks using smart devices and artificial intelligence. *Journal of Asthma and Allergy*, 16, 45–60.

Dierick, B. H. J., Achterbosch, M., Eikholt, A. A., Been-Buck, S., Klemmeier, T., van de Hei, S. J., ... & van Boven, J. F. M. (2022). Feasibility of smart spacer-based education to improve inhaler technique in adults with asthma: The OUTERSPACE trial. *Respiratory Medicine*, 192, 106723.

GINA report for asthma. 2023. *The Lancet. Respiratory medicine*, 11(7), 589.

Hoyte, F. C. L., Mosnaim, G. S., Rogers, L., Safioti, G., Brown, R., Li, T., ... &



-
- Wechsler, M. E. (2022). Effectiveness of the Reliever Digihaler System in improving asthma control: A 12-week study. *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 10(5), 1234–1245.
- Lugogo, N. L., DePietro, M., Reich, M., Merchant, R., Chrystyn, H., Pleasants, R., ... & Safioti, G. (2022). Machine learning prediction of asthma exacerbations using data from an integrated digital inhaler. *Journal of Asthma*, 59(12), 1–12.
- Sicras-Mainar, A., Huerta, A., Sánchez, D., & Navarro-Artieda, R. (2018). Uso de recursos y costes asociados a la no adherencia al tratamiento con corticoides inhalados en el asma [Use of resources and costs associated with non-adherence to inhaled corticosteroid treatment in asthma]. *Semergen*, 44(1), 13–22.
- Sportel, E., Thio, B., Movig, K., van der Palen, J., & Brusse, M. (2022). Correlation between adherence and inhalation technique in children with uncontrolled asthma: Observational phase of the IMAGINE study. *Pediatric Pulmonology*, 57(11), 2254–2263.
- van de Hei, S. J., Achterbosch, M., Poot, C. C., van den Berg, L. N., Meijer, E., Flokstra-de Blok, B. M. J., ... & van Boven, J. F. M. (2022). Long-term effectiveness and cost-effectiveness of smart inhalers in primary care patients with uncontrolled asthma. *Thorax*, 77(9), 875–884.
- van de Hei, S. J., Kim, C. H., Honkoop, P. J., Sont, J. K., Schermer, T. R. J., MacHale, E., ... & van Boven, J. F. M. (2022). Cost-effectiveness of digital inhalers for difficult-to-treat asthma: A model-based analysis. *Respiratory Research*, 23(1), 345.
- van de Hei, S. J., van den Berg, L. N., Poot, C. C., Gerritsma, Y. H., Meijer, E., Flokstra-de Blok, B. M. J., ... & Kocks, J. W. H. (2022). Effect of digital inhalers on long-term asthma control and adherence in primary care: 12-month cluster RCT. *NPJ Primary Care Respiratory Medicine*, 32(1), 56.