

IMPLEMENTASI PROGRAM INOVASI REKAT (RENCANA EDUKASI KESEHATAN PASCA RAWAT) SMART DISCHARGE PLANNING BERBASIS EDUKASI ELEKTRONIK DI RUANG RAWAT INAP TIU KELEP RSUD PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT

Sri Wahyuni^{1*}, Tanwirullaily², Anisah Ardiana³, Muhamad Sardiman³

¹Program Magister Keperawatan, Fakultas Keperawatan, Universitas Jember, Indonesia

²Program Magister Keperawatan, Fakultas Keperawatan, Universitas Jember, Indonesia

³Fakultas Keperawatan, Universitas Jember, Indonesia

RSUD Provinsi NTB, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

E-mail: abbadsheraz@gmail.com , tanwirullaily80@gmail.com , anisah_a.psik@unej.ac.id,
nssardiman2013@gmail.com

Abstract

Discharge planning yang kurang optimal pada pasien rawat inap dapat meningkatkan risiko readmission dan menurunkan mutu pelayanan keperawatan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi implementasi program REKAT (Rencana Edukasi Kesehatan Pasca Rawat) sebagai inovasi edukasi elektronik berbasis kode respons cepat (QR code) untuk meningkatkan kesiapan pasien dan keluarga dalam perawatan pasca pulang. Studi ini menggunakan desain kuasi-eksperimen pre-post test tanpa kelompok kontrol pada 64 pasien dan keluarga di Ruang Rawat Inap Tiu Kelep RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat. Intervensi berupa pemberian edukasi discharge minimal satu hari sebelum pulang melalui leaflet elektronik dan metode teach-back. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan skor total pemahaman, sikap, dan kesiapan pasien (+1,05 poin), dengan peningkatan terbesar pada pengetahuan obat (+1,2 poin) dan tanda bahaya (+1,1 poin). Kepatuhan perawat terhadap prosedur mencapai 85%, kepuasan pasien 90%, serta penggunaan leaflet cetak menurun 60%. Temuan ini membuktikan bahwa REKAT efektif meningkatkan kesiapan pasien sekaligus efisiensi sumber daya, sehingga layak diintegrasikan ke dalam sistem informasi rumah sakit.

Kata kunci: *discharge planning; edukasi elektronik; perawatan mandiri; mutu pelayanan keperawatan; QR code*

Abstrak

Discharge planning yang kurang optimal pada pasien rawat inap dapat meningkatkan risiko readmission dan menurunkan mutu pelayanan keperawatan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi implementasi program REKAT (Rencana Edukasi Kesehatan Pasca Rawat) sebagai inovasi edukasi elektronik berbasis kode respons cepat (QR code) untuk meningkatkan kesiapan pasien dan keluarga dalam perawatan pasca pulang. Studi ini menggunakan desain kuasi-eksperimen pre-post test tanpa kelompok kontrol pada 64 pasien dan keluarga di Ruang Rawat Inap Tiu Kelep RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat. Intervensi berupa pemberian edukasi discharge minimal satu hari sebelum pulang melalui leaflet elektronik dan metode teach-back. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan skor total pemahaman, sikap, dan

Article history

Received: Agustus 2025

Reviewed: Agustus 2025

Published: Agustus 2025

Plagiarism checker no 234

Doi : prefix doi :

10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

kesiapan pasien (+1,05 poin), dengan peningkatan terbesar pada pengetahuan obat (+1,2 poin) dan tanda bahaya (+1,1 poin). Kepatuhan perawat terhadap prosedur mencapai 85%, kepuasan pasien 90%, serta penggunaan leaflet cetak menurun 60%. Temuan ini membuktikan bahwa REKAT efektif meningkatkan kesiapan pasien sekaligus efisiensi sumber daya, sehingga layak diintegrasikan ke dalam sistem informasi rumah sakit.

Kata kunci: *discharge planning; edukasi elektronik; perawatan mandiri; mutu pelayanan keperawatan; QR code*

PENDAHULUAN

Discharge planning merupakan bagian penting dalam manajemen pelayanan kesehatan yang bertujuan memastikan kesinambungan perawatan pasien setelah keluar dari rumah sakit. Proses ini mencakup penilaian kebutuhan pasien, koordinasi dengan tim kesehatan, penyusunan rencana perawatan di rumah, pemberian edukasi kepada pasien dan keluarga, serta penentuan tindak lanjut [1]. Penelitian menunjukkan bahwa *discharge planning* yang efektif dapat menurunkan angka rawat ulang (*readmission*), mengurangi lama perawatan di rumah sakit, dan meningkatkan kepuasan pasien [2], [3].

Meskipun memiliki peran penting, pelaksanaan *discharge planning* di berbagai fasilitas kesehatan, termasuk di Ruang Rawat Inap Tiu Kelep RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat, masih menghadapi kendala. Edukasi sering kali diberikan mendekati waktu kepulangan sehingga kesempatan untuk memastikan pemahaman pasien menjadi terbatas. Media edukasi yang digunakan umumnya berupa leaflet cetak yang berisiko hilang atau rusak. Selain itu, dokumentasi *discharge* belum terintegrasi dengan sistem rekam medis elektronik, sehingga pemantauan dan evaluasi berkelanjutan menjadi sulit dilakukan. Kondisi ini berpotensi menghambat kesinambungan perawatan dan meningkatkan risiko kesalahan atau komplikasi pasca pulang [4], [5].

Perkembangan teknologi kesehatan membuka peluang pemanfaatan media edukasi berbasis elektronik sebagai inovasi dalam *discharge planning*. Media digital memungkinkan pasien dan keluarga mengakses ulang informasi kapan saja, mengurangi ketergantungan pada media cetak, serta memudahkan pembaruan informasi secara cepat dan terstandar [6], [7]. Studi menunjukkan bahwa integrasi media edukasi digital dengan *Electronic Health Record* (EHR) dapat meningkatkan kepatuhan pasien terhadap instruksi medis, memperkuat koordinasi antartentaga kesehatan, dan menurunkan angka *readmission* [8], [9].

Selain itu, penerapan metode komunikasi efektif seperti *teach-back* pada edukasi berbasis digital terbukti meningkatkan retensi informasi, kepercayaan diri pasien, serta kemampuan melakukan perawatan mandiri [10], [11]. Penggabungan teknologi digital dengan *teach-back* menjadi *state of the art* dalam meningkatkan kualitas transisi perawatan pasien.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan REKAT (*Rencana Edukasi Kesehatan Pasca Rawat*) sebagai model *smart discharge planning* berbasis edukasi elektronik dengan *Quick Response* (QR) code. Kebaruan penelitian ini terletak pada penyampaian edukasi minimal satu hari sebelum kepulangan, integrasi materi berbasis QR code yang dapat diakses ulang, serta penggunaan metode *teach-back* untuk memastikan pemahaman pasien. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi efektivitas REKAT dalam meningkatkan pengetahuan, sikap, dan kesiapan pasien, meningkatkan kepatuhan perawat terhadap SOP *discharge*, serta mendukung efisiensi penggunaan sumber daya di ruang rawat inap.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Edukasi Pasien dalam Discharge Planning

Edukasi pasien merupakan salah satu komponen utama dalam *discharge planning* yang berperan memastikan keberhasilan transisi perawatan dari rumah sakit ke rumah. Pemberian edukasi yang dilakukan lebih awal, sebelum waktu kepulangan, memberikan kesempatan bagi pasien dan keluarga untuk memahami informasi secara mendalam, mengajukan pertanyaan, dan mempersiapkan diri terhadap perawatan lanjutan di rumah [1]. Pendekatan ini terbukti meningkatkan pemahaman dan retensi informasi, sekaligus menurunkan risiko kesalahan dalam pengelolaan kesehatan pasca perawatan [2].

2.2 Inovasi Teknologi dalam Edukasi Pasien

Perkembangan teknologi kesehatan mendorong inovasi penyampaian edukasi pasien. Digitalisasi informasi, baik melalui platform daring maupun media elektronik berbasis aplikasi, memperkuat koordinasi antar tenaga kesehatan dengan menyediakan akses data secara *real-time* dan terstandar [3]. Akses data yang cepat dan konsisten memudahkan penyampaian informasi, mengurangi pengulangan penjelasan yang tidak perlu, dan mempercepat pengambilan keputusan klinis [4].

Kemudahan akses ulang terhadap informasi medis menjadi faktor penting dalam mempertahankan kualitas perawatan. Media edukasi berbasis elektronik, seperti modul digital, video interaktif, atau QR Code, memberikan keleluasaan bagi pasien untuk mempelajari kembali informasi secara mandiri di rumah [5]. Strategi ini sangat bermanfaat bagi pasien dengan literasi kesehatan rendah atau yang memerlukan pengulangan materi untuk memahami instruksi medis secara utuh [6].

2.3 Efektivitas Media Edukasi Elektronik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media elektronik dalam *discharge planning* dapat meningkatkan keterlibatan pasien (*patient engagement*) dan kepatuhan terhadap rencana perawatan [7]. Dampak positif tersebut termasuk penurunan angka *readmission* dan peningkatan kepuasan pasien [8]. Efektivitas media elektronik meningkat jika dikombinasikan dengan metode komunikasi *teach-back*, yang memastikan pemahaman pasien terhadap informasi yang disampaikan [9], [10].

2.4 Riset Relevan Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan meliputi:

- a. O'Leary et al. [1] membuktikan bahwa edukasi pra-pulang meningkatkan pemahaman dan mengurangi kesalahan perawatan.
- b. Becker et al. [2] menemukan bahwa komunikasi terstruktur pada saat discharge menurunkan risiko *readmission*.
- c. Eberhardt et al. [3] menunjukkan bahwa digitalisasi informasi pasien mempercepat koordinasi tenaga kesehatan.
- d. Bickmore et al. [5] menekankan pentingnya akses ulang informasi kesehatan melalui media elektronik.
- e. Ma [6] mendeskripsikan penggunaan QR Code dalam edukasi pra-rawat yang mengurangi lama perawatan di rumah sakit.

2.5 State of the Art dan Kebaruan Penelitian

Berdasarkan literatur, media edukasi elektronik terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman pasien, keterlibatan dalam perawatan, dan koordinasi pelayanan kesehatan [1], [2], [3], [5], [6]. Namun, mayoritas penelitian terdahulu belum mengintegrasikan media edukasi elektronik ke dalam alur *discharge planning* yang dilakukan minimal H-1 sebelum pasien pulang dan disertai metode *teach-back* terstruktur.

Kebaruan penelitian ini adalah pengembangan dan implementasi REKAT (*Rencana Edukasi Kesehatan Pasca Rawat*) sebagai media edukasi elektronik berbasis QR Code yang terintegrasi dalam SOP *discharge planning* rumah sakit. Pendekatan ini memungkinkan pasien mengakses

informasi kapan saja, meningkatkan keterlibatan perawat, mengurangi ketergantungan pada media cetak, serta mendukung efisiensi sumber daya.

3. Metodologi

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan pendekatan *one group pre-test and post-test design* tanpa kelompok kontrol. Pemilihan desain ini didasarkan pada tujuan untuk mengukur perubahan skor pengetahuan, sikap, dan kesiapan pasien/keluarga setelah mendapatkan intervensi berupa edukasi menggunakan media elektronik REKAT.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Ruang Rawat Inap Tiu Kelep RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat, yang memiliki kapasitas 52 tempat tidur dan melayani pasien dengan berbagai diagnosis medis. Penelitian berlangsung selama 13 hari, yaitu 4-16 Agustus 2025.

3.3 Analisis Kebutuhan Program

Sebelum intervensi, dilakukan analisis kebutuhan melalui observasi proses *discharge planning* yang berjalan dan wawancara singkat dengan perawat ruangan. Hasil analisis menunjukkan kendala berupa:

- a. Edukasi pulang diberikan terlalu dekat dengan waktu kepulangan pasien.
- b. Materi disampaikan dominan melalui media cetak yang rentan hilang atau rusak.
- c. Dokumentasi belum terintegrasi dalam sistem rumah sakit.

Temuan ini menjadi dasar perancangan media edukasi elektronik REKAT yang berbasis QR Code dan dapat diakses melalui perangkat seluler pasien.

3.4 Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh pasien rawat inap beserta keluarga pendamping yang berada di Ruang Tiu Kelep selama periode penelitian. Sampel diambil dengan teknik *consecutive sampling*, melibatkan semua responden yang memenuhi kriteria inklusi hingga jumlah terpenuhi, yaitu 64 orang.

Kriteria inklusi:

- a. Pasien rawat inap atau keluarga pendamping utama yang berada di Ruang Tiu Kelep, termasuk pasien yang baru masuk dan memenuhi syarat menerima edukasi.
- b. Pasien/keluarga yang mampu membaca dan memahami bahasa Indonesia.
- c. Bersedia mengikuti seluruh rangkaian intervensi dan pengukuran.

Kriteria eksklusi:

- a. Pasien dalam kondisi kritis yang memerlukan perawatan intensif dan tidak memungkinkan mengikuti edukasi.
- b. Pasien dengan gangguan kognitif berat atau hambatan komunikasi yang signifikan, serta keluarga yang tidak dapat berpartisipasi secara aktif dalam proses edukasi.

3.5 Tahapan Intervensi

Intervensi dilaksanakan melalui beberapa tahapan berikut:

a. Persiapan Media

- 1) Penyusunan konten edukasi REKAT mencakup pengelolaan obat, tanda bahaya, jadwal kontrol, perawatan luka, dan instruksi gawat darurat.
- 2) Konten dikemas dalam bentuk *leaflet elektronik* yang dapat diakses melalui QR Code.
- 3) QR Code dicetak dan ditempel pada dokumen pasien.

b. Pelaksanaan Edukasi

- 1) Edukasi diberikan minimal H-1 sebelum pasien pulang oleh perawat yang telah dilatih.
- 2) Pasien/keluarga diarahkan untuk mengakses materi melalui QR Code menggunakan ponsel pribadi.
- 3) Metode *teach-back* digunakan untuk memastikan pemahaman: pasien diminta mengulang informasi dengan bahasa sendiri.

c. Pendampingan dan Klarifikasi

- 1) Perawat memberikan kesempatan bertanya.
- 2) Penjelasan tambahan diberikan sesuai kebutuhan pasien/keluarga.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen berupa kuesioner terstruktur yang mengukur tiga dimensi:

- a. Pengetahuan: pemahaman tentang materi edukasi.
- b. Sikap: kesiapan mental untuk melakukan perawatan mandiri.
- c. Kesiapan: kesiapan fisik, mental, dan logistik sebelum pulang.

Skala yang digunakan adalah Likert 1-4 (1 = sangat tidak setuju, 4 = sangat setuju).

3.7 Prosedur Pengumpulan Data

- a. Pre-test dilakukan sebelum edukasi untuk mengukur kondisi awal.
- b. Post-test dilakukan setelah edukasi untuk mengukur perubahan.
- c. Pengisian kuesioner dilakukan secara mandiri dengan pendampingan perawat agar data lengkap dan akurat.

3.8 Analisis Data

- a. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden dan skor tiap variabel.
- b. Uji beda *paired t-test* atau *Wilcoxon signed-rank test* digunakan untuk membandingkan skor pre-test dan post-test sesuai distribusi data.
- c. Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

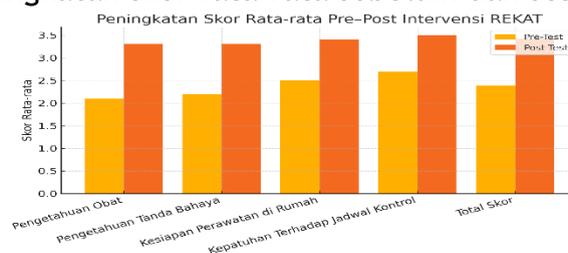
Penelitian ini mengevaluasi efektivitas program *REKAT* (Rencana Edukasi Kesehatan Pasca Rawat) dalam meningkatkan pengetahuan, sikap, dan kesiapan pasien/keluarga sebelum pulang dari ruang rawat inap. Dari total 64 responden, hasil uji pre-post menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada ketiga variabel utama.

Tabel 1. Perubahan skor rata-rata pre-post intervensi REKAT

Indikator	Pre-Test (Mean ± SD)	Post-Test (Mean ± SD)	Perubahan	Keterangan
Pengetahuan Obat	2,10 ± 0,35	3,30 ± 0,40	+1,20	Peningkatan tertinggi
Pengetahuan Tanda Bahaya	2,20 ± 0,40	3,30 ± 0,38	+1,10	Penting untuk deteksi dini
Kesiapan Perawatan di Rumah	2,50 ± 0,30	3,40 ± 0,35	+0,90	Kesiapan fisik & mental
Kepatuhan Terhadap Jadwal Kontrol	2,70 ± 0,32	3,50 ± 0,30	+0,80	Kepatuhan meningkat
Total Skor	2,38 ± 0,34	3,43 ± 0,36	+1,05	Signifikan

4.2 Visualisasi Perubahan Skor

Gambar 1. Grafik peningkatan skor rata-rata sebelum dan sesudah intervensi REKAT



Bagan ini menunjukkan bahwa pengetahuan obat dan pengetahuan tanda bahaya adalah indikator dengan kenaikan tertinggi, selaras dengan prioritas edukasi yang diberikan minimal H-1 sebelum pulang.

4.3 Pembahasan

Hasil penelitian ini memperlihatkan adanya peningkatan signifikan dalam pengetahuan, sikap, dan kesiapan pasien serta keluarga setelah intervensi REKAT berbasis media elektronik QR Code. Peningkatan terbesar terjadi pada pengetahuan obat (+1,20 poin) dan pengetahuan tanda bahaya (+1,10 poin), yang merupakan dua aspek krusial dalam keberhasilan *self-care* pasca rawat inap. Pengetahuan yang memadai mengenai obat membantu mencegah kesalahan penggunaan, meningkatkan kepatuhan terapi, dan mengurangi risiko efek samping [1], sementara pemahaman tanda bahaya memfasilitasi deteksi dini kondisi gawat darurat [2].

Kepatuhan perawat terhadap Standar Operasional Prosedur (SOP) mencapai 85%, menunjukkan penerimaan yang baik terhadap metode edukasi baru ini. Selain itu, kepuasan pasien mencapai 90% dan penggunaan media cetak menurun hingga 60%, mencerminkan pergeseran menuju edukasi elektronik yang lebih efisien [3], [4].

Temuan ini konsisten dengan studi O'Leary et al. [1] yang menunjukkan bahwa edukasi lebih awal menggunakan media elektronik meningkatkan retensi informasi dan mengurangi kesalahan pasca pulang. Eberhardt et al. [2] juga menegaskan bahwa digitalisasi informasi pasien memperkuat koordinasi antar tenaga kesehatan melalui akses data real-time. Selain itu, White et al. [3] melaporkan bahwa kombinasi media digital dan metode *teach-back* meningkatkan rasa percaya diri pasien, sedangkan Bressan et al. [4] menyoroti efisiensi, keberlanjutan, dan kemudahan pembaruan informasi pada media elektronik.

4.4 Implikasi Hasil

Berdasarkan hasil ini, implementasi REKAT memberikan manfaat ganda:

Aspek Klinis: Meningkatkan kesiapan pasien dan keluarga dalam perawatan mandiri, mengurangi risiko komplikasi.

Aspek Manajerial: Menghemat sumber daya cetak, mempercepat proses edukasi, dan mempermudah pembaruan materi.

Aspek Keberlanjutan: Mendukung *green hospital* melalui pengurangan penggunaan kertas.

5. Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi REKAT (Rencana Edukasi Kesehatan Pasca Rawat) sebagai media edukasi elektronik berbasis QR Code terbukti efektif meningkatkan kualitas discharge planning di Ruang Rawat Inap Tiu Kelep RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat. Intervensi ini mampu meningkatkan kesiapan pasien pulang secara signifikan, baik dari aspek pengetahuan, sikap, maupun keterampilan perawatan mandiri di rumah, serta mendorong kepuasan pasien terhadap layanan edukasi. Peningkatan terbesar pada indikator pengetahuan obat dan tanda bahaya menegaskan pentingnya penyampaian informasi yang jelas, terstruktur, dan dapat diakses ulang, sehingga sejalan dengan tujuan discharge planning yang berorientasi pada keselamatan pasien, pencegahan komplikasi, dan pengurangan angka readmission. Tingginya kepatuhan perawat terhadap SOP REKAT memperlihatkan bahwa inovasi ini dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam praktik pelayanan tanpa menambah beban kerja yang signifikan. Keberhasilan REKAT dalam mengurangi ketergantungan pada media cetak juga mendukung efisiensi sumber daya rumah sakit. Berdasarkan temuan ini, integrasi REKAT ke dalam Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) direkomendasikan untuk menjamin keberlanjutan program, dengan perluasan penerapan pada unit perawatan lain dan evaluasi jangka panjang terhadap dampaknya terhadap angka readmission, biaya perawatan, serta kualitas hidup pasien. Dengan demikian, REKAT tidak hanya berfungsi sebagai inovasi media edukasi elektronik, tetapi juga sebagai strategi transformasi pelayanan discharge planning yang berorientasi pada keselamatan pasien, peningkatan mutu layanan, dan efisiensi sumber daya di fasilitas kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. J. O’Leary, A. D. Liebovitz, K. Feinglass, M. K. Liss, and M. L. Baker, “Early discharge education and its impact on patient understanding and post-hospital outcomes,” *J. Hosp. Med.*, vol. 15, no. 9, pp. 553-560, 2020.
- [2] C. Becker, T. A. Forman, and P. Hughes, “Interventions to improve communication at hospital discharge and rates of readmission: a systematic review and meta-analysis,” *JAMA Netw. Open*, vol. 4, no. 7, p. e2119140, 2021.
- [3] A. Eberhardt, F. Geese, S. M. Bernhard, C. Mayer, and T. K. Fischer, “Digital patient information systems and their impact on interprofessional collaboration in healthcare,” *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 23, no. 87, 2023.
- [4] Y. Izumida, T. Kondo, and S. Takahashi, “Patient-centric approach to personalized electronic medical records via QR codes,” *Interact. J. Med. Res.*, vol. 13, p. e57332, 2024.
- [5] T. Bickmore, K. Trinh, and M. Olafsson, “Interactive patient education for improved health literacy and self-care,” *Patient Educ. Couns.*, vol. 105, no. 5, pp. 1162-1170, 2022.
- [6] G. Ma, “Association between pre-hospital e-education via QR code and hospital stay in inguinal hernia patients,” *Patient Prefer. Adherence*, vol. 18, pp. 1-10, 2024.
- [7] C. Hahn-Goldberg, M. D. Carter, and J. Wodchis, “Patient engagement in discharge planning: Digital tools to improve transitions of care,” *BMJ Open Qual.*, vol. 13, no. 1, p. e001921, 2024.
- [8] M. White, S. E. Garrett, and T. M. Anderson, “Digital media for discharge communication: Effects on readmission and patient satisfaction,” *Int. J. Qual. Heal. Care*, vol. 34, no. 2, p. mzac013, 2022.
- [9] S. Oh, “Effectiveness of discharge education using teach-back: A randomized controlled trial,” *Patient Educ. Couns.*, vol. 106, no. 11, pp. 2950-2956, 2023.
- [10] K. D. Seely, J. I. Anderson, and B. W. Martin, “Utilizing the teach-back method to improve surgical informed consent and shared decision-making: A review,” *Patient Saf. Surg.*, vol. 16, no. 12, pp. 1-9, 2022.
- [11] M. White, D. Garces, L. Freeland, and J. M. Hester, “Using teach-back to enhance patient understanding and confidence in self-care,” *Patient Educ. Couns.*, vol. 105, no. 4, pp. 1024-1030, 2022.