

## **Efektifitas Skrining Jaundice Berbasis *Smartphone* Mengurangi Prosedur *Invasive* Pada Neonates : Literature Review**

**Kusnul Hasanah\* , La Ode Abdul Rahman**

Universitas Indonesia, Indonesia

\*email: kusnul.hasanah@ui.ac.id

### **Artikel history**

Dikirim, Oct 28<sup>th</sup>, 2023

Ditinjau, Nov 20<sup>th</sup>, 2023

Diterima, Nov 26<sup>th</sup>, 2023

Copyright © 2023 Authors



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

### **ABSTRACT**

*Hyperbilirubinemia is the 5th leading cause of neonatal morbidity. Neonatal jaundice occurs in approximately 60% of newborns. To ensure proper management for preventing and treating jaundice in neonates, an effective screening method is required. The gold standard of bilirubin measurement with Total Serum Bilirubin (TSB), which involves invasive procedures, that can be painful and carry the risk of infection. The purpose of this study to describe the implementation of smartphone-based methods in the assessment of detection and periodic monitoring of jaundice in neonates, as a non-invasive methods alternative, indirectly reducing invasive procedures. The study employed a literatur review method and presents a literature review of 11 selected journals. It was concluded that the smartphone application-based bilirubin assessment showed a significant correlation with TSB and TcB values. Smartphone-based applications can be considered as a non-invasive screening tool for bilirubin monitoring in neonates. The jaundice screening method based smatphone is expected to be applied, developed and made an algorithm for its implementation in hospital services or outside the hospital.*

**Keywords:** *jaundice detection; jaundice screening; neonates; non-invasive; smartphone.*

### **ABSTRAK**

Hiperbilirubinemia merupakan penyebab nomor 5 morbiditas neonatal. Jaundice neonatus terjadi sekitar 60% pada bayi baru lahir. Untuk manajemen yang tepat, dapat mencegah dan mengobati jaundice pada neonates, diperlukan metode skrining yang efektif. Standar emas pengukuran bilirubin dengan Total Serum Bilirubin (TSB), dilakukan dengan prosedur invasif, ini merupakan prosedur menyakitkan dan dapat menyebabkan infeksi. Tujuan penelitian in mendeskripsikan penggunaan metode berbasis *smartphone* dalam penilaian deteksi dan pemantauan berkala jaundice pada neoatus, sebagai alternatif metode *non-invasie*, sehingga secara tidak langsung dapat mengurangi prosesur invasif. Peneltian menggunakan metode

literature review. Penelitian ini menyajikan telaah literatur 11 jurnal pilihan, didapatkan suatu kesimpulan bahwa penilaian bilirubin berbasis aplikasi *smartphone* menunjukkan nilai korelasi yang sebanding dengan nilai TSB dan TcB. Aplikasi berbasis *smartphone* dapat dipertimbangkan menjadi alat skrining *non-invasive*, untuk pemantauan bilirubin pada neonatus. Metode skrining *jaundice* berbasis *smartphone* di harapkan dapat diaplikasikan, dikembangkan dan dibuat algoritma pelaksanaannya di layanan dirumah sakit ataupun diluar rumah sakit.

**Kata Kunci:** deteksi *jaundice*; neonatus; *non-invasive*; skrining *jaundice*; *smartphone*

## PENDAHULUAN

Hiperbilirubinemia merupakan masalah medis yang paling sering dijumpai pada dua minggu pertama kehidupan dan penyebab umum bayi masuk rumah sakit setelah lahir. Hiperbilirubinemia sering dimanifestasikan dengan bayi kuning (*jaundice*), ini terjadi sekitar 60% pada bayi baru lahir sehat dengan usia gestasi 35 minggu dan 80 % bayi prematur pada minggu pertama setelah lahir (Widodo & Kusbin, 2023 ; Ansong-Assoku, 2023). Data terbaru di Indonesia prevalensi hiperbilirubinemia berat (>20mg/dL) adalah 7%, dengan hiperbilirubinemia ensefalopati akut sebesar 2 % (Republik Indonesia, 2019). Kegagalan dalam mengidentifikasi dan mengobati ikterus dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas yang signifikan (Ansong-Assoku, 2023).

Untuk memulai manajemen yang tepat, dapat mencegah dan mengobati *jaundice* pada neonatus yang parah, maka diperlukan metode skrining yang efektif. Standar emas untuk menentukan tingkat

hiperbilirubinemia adalah pengukuran *Total Serum Bilirubin* (TSB), yang dilakukan dengan pengambilan sampel darah dari bayi baru lahir. Namun, pengukuran TSB merupakan prosedur yang invasif dan menegangkan yang hanya dapat dilakukan oleh tenaga kesehatan. Selain itu mendeteksi tingkat hiperbilirubinemia dengan mengukur TSB dapat mengakibatkan kehilangan darah, peningkatan risiko infeksi di tempat pengambilan sampel, dan meningkatkan kecemasan pada orang tua. (Ercan and Özgün, 2018). Terdapat beberapa metode lain yang digunakan untuk memprediksi kadar bilirubin pada bayi baru lahir, seperti penggunaan *transcutaneous bilirubinometer* (TcB) yaitu perangkat berbasis kulit untuk mengukur kadar bilirubin. Namun, terdapat keterbatasan dalam penggunaan TcB terutama ketika kadar bilirubin tinggi pada bayi dan harga untuk alat ini cukup mahal (Padidar *et al.*, 2019).

Peneliti dalam praktek lapangan mendapati fenomena dimana bayi yang dilakukan pemeriksaan ikterik secara visual dan dilanjutkan dengan pemeriksaan TSB, sering didapati nilai TSB yang tidak sesuai dengan klinis disandingkan dengan penilaian ikterik visual/ penilaian kremer. Hal ini menyebabkan sering terjadi pemeriksaan TSB berulang, dan perlu pemantauan ikterik berkala. Seiring perkembangan teknologi metode berbasis ponsel pintar menawarkan keunggulan dalam hal ketersediaan dan biaya yang lebih rendah (Padidar *et al.*, 2019). Peneliti ingin mengetahui penggunaan *smartphone* yang dapat membantu petugas kesehatan dalam penilaian deteksi dan pemantauan berkala *jaundice* pada neonatus, sebagai alternatif metode *non-invasive*, sehingga secara tidak langsung dapat mengurangi prosedur invasif pada bayi.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode literatur review yaitu dengan melakukan identifikasi, evaluasi dan sintesis terhadap literatur yang berupa karya-karya hasil penelitian dan hasil pemikiran yang sudah dipublikasikan oleh para peneliti atau praktisi. Metode ini dilaksanakan dengan melakukan pencarian literatur hasil penelitian yang telah di publikasikan dilakukan dengan menggunakan database

PubMed, Science Direct, AAP, ProQuest dan Google Cendikia. Literatur yang termasuk dalam tinjauan diterbitkan dari januari 2017 hingga desember 2023. Peneliti melakukan pencarian literatur dengan menggunakan kata kunci yaitu : 1) *Detection Jaundice*; 2) *Neonate*; 3) *Non-Invasive*; 4) *Screening Jaundice*; dan 5) *Smartphone*. Kriteria pemilihan menggunakan PICO sebagai berikut :

1. *Patient* : Bayi Sehat / tidak sakit kritis dengan gejala ikterik/ *jaundice* neonatus
2. *Intervention* : Penggunaan *smartphone* dalam skrining
3. *Comparation* : Penilaian kremer metode lain (TSB atau TcB atau Visual)
4. *Outcomes* : Hasil penilaian ikterik dengan *smartphone* memiliki sensitivitas dan spesifitas yang baik atau mendekati gold standar pemeriksaan ikterik

Kriteria eksklusi adalah publikasi tidak asli seperti surat ke editor, editorial, lembar opini, ulasan dan catatan, abstrak saja, pemeriksaan/ skrining dikerjakan diluar lingkungan rumah sakit, dan ikterik dikarenakan penyakit lainnya.

Seleksi data dan pencarian literatur menghasilkan 500 literatur yang berpotensi relevan. Semua 500 judul disharing, dimana didapatkan 474 yang tidak sesuai judul. Dari 26 literatur diuji kelayakannya dengan melihat abstrak dan isi literatur sudah

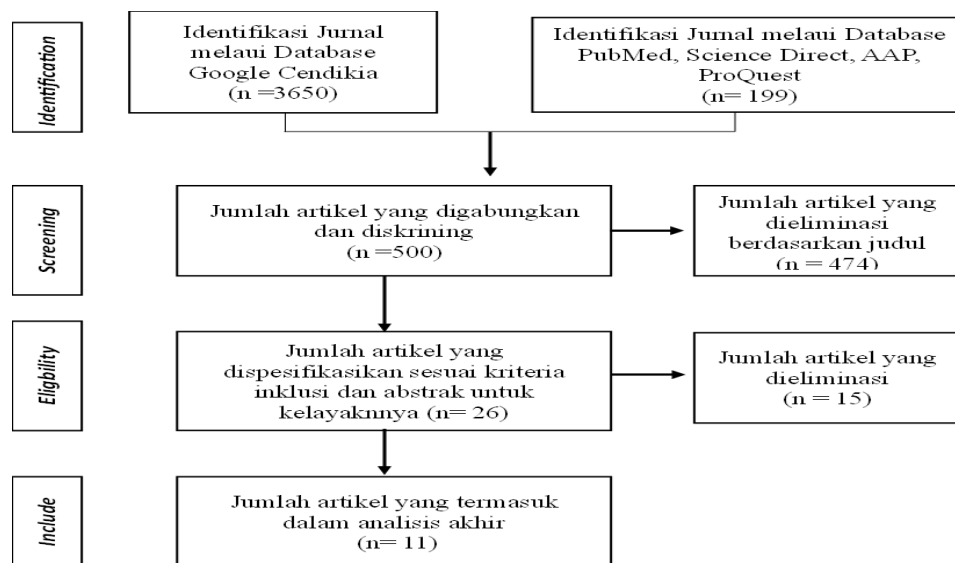
dibaca, didapatkan 11 literatur yang relevan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Smartphone* semakin banyak digunakan, dan saat ini banyak perkembangan penggunaannya di dunia kesehatan. Tinjauan dari literatur 11 penelitian, memaparkan terkait pemanfaat *smartphone* yang digunakan dalam skrining *jaundice*. Skrining dengan aplikasi berbasis *smartphone* ini dikembangkan sebagai alat skrining *non-invasive*, mudah dikerjakan, mudah dipelajari, cepat, bebas kontak, mudah digunakan dan murah (Lingalidina et al., 2021; Hedge et al., 2023; & Taylor et al., 2017). Skrining dengan pemanfaatan *smartphone* dalam studi literatur disini diaplikasikan pada bayi sehat atau tidak mengalami penyakit kritis, usia dari 0 hari hingga 28 hari, usia gestasi dalam rentang  $\geq$

35 minggu hingga 41 minggu. Terdapat beberapa metode yang digunakan menggunakan *smartphone* diantaranya penggunaan kamera *smartphone* yang didukung dengan alat kalibrasi gambar, dermastoskop, dan mikroskop (Aune et al., 2023 & Munkholm et al., 2018).

Pada penelitian Aune et al., (2020), menjelaskan penggunaan kamera *smartphone* menangkap gambar penampilm kulit bayi diarea yang relevan untuk penilain bilirubin dibantu dengan penggunaan kartu kalibrasi warna dimana ini bertujuan untuk mengatasi variasi kondisi pencahayaan sehingga warna dalam gambar ponsel menghasilkan warna yang akurat. Warna dalam gambar dibandingkan dengan database yang menghubungkan warna-warna tertentu dengan tingkat bilirubin yang sesuai. Berdasarkan hasil proses pencocokan warna, sistem akan



Gambar 1. Alur Pemilihan Literatur untuk Literatur Review

memberikan estimasi tingkat bilirubin pada bayi. Aune et al., (2022) mengembangkan metode ini hingga mendapatkan sertifikat medis. Metode ini memiliki kelebihan dimana dapat digunakan untuk meningkatkan keselamatan pasien, didapatkan kemudahan sistem untuk pengguna yang memiliki pengalaman terbatas dengan alat digital. Kekurangan dalam metode ini belum diuji didalam sistem praktis klinis sehari-hari, kebutuhan untuk memahami bagaimana sistem ini akan berintegrasi dengan alur pelayanan kesehatan. Selain itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait variasi pigmentasi kulit (Aune et al., 2022).

Faktor-faktor pembaur dalam penggunaan kamera *smartphone* diantaranya adalah 1) pigmentasi kulit, 2) pencahayaan lingkungan dan 3) spectral kamera (Outlaw et al., 2020). Penelitian Aune et al., (2020) membandingkan penilaian bilirubin berbasis *smartphone* pada rumah sakit dengan pencahayaan yang tersandarisasi dengan yang tidak tersandarisasi. Hasil menunjukkan estimasi nilai bilirubin dengan *smartphone* didapatkan hubungannya yang kuat dengan pemeriksaan TSB ( $r : 0.84$ ) dan TCB (0.81). Alat berbasis *smartphone* ini menunjukkan sensitivitas yang tinggi (100%) dan spesifitas (69%). Penelitian lanjutan Aune et al. (2022), menggunakan

sistem terbaru dari *smartphone* sangat berkolarasi dengan nilai TSB ( $r:0.84$ ), dengan sensitivitas dan spesifitas yang tinggi (masing-masing : 94%;71%) dalam mendeteksi *jaundice* yang parah (TSB>250  $\mu\text{mol/L}$ ). Padidar et al., (2019) dengan menggunakan *smartphone* yang didukung dengan kartu kalibrasi warna dan mikroskop dengan pembesaran 100 $\times$ , estimasi bilirubin berbasis android memiliki sensitivitas 68% dan spesifitas 92.3% untuk memperkirakan bilirubin kurang dari 10 mg/dL dan sensitivitas 82,1% dan spesifitas 100 % untuk memperkirakan bilirubin kurang dari 15 mg/dL. Munkholom et al., (2018) menyebutkan *smartphone* yang dilengkapi dengan sumber cahaya yang konsisten dalam bentuk dermatoskop dari intensitas saluran hijau dan biru memiliki korelasi yang signifikan dengan pengukuran TSB.

Selain penggunaan kamera *smartphone* pada area kulit juga dapat menilai skrining *jaundice* dilihat dari sklera bayi yang disebut *Sclera Conjunctival Bilirubin* (SCB), ini bertujuan untuk menghindari variasi dalam pigmentasi kulit. Estimasi bilirubin dengan penilaian kromatisitas yang meningkat dan dilakukan pengurangan pengaruh lingkungan didapatkan sensitivitas 100% dan spesifitas 61% pada bayi nilai TSB > 250 mmol/L,

sedangkan sensitivitas 92 % (spesifitas 67%) pada bayi nilai TSB > 205 mmol/L (Outlaw et al., 2020). Aplikasi neoSCB merupakan salah satu aplikasi yang menyediakan nilai *Sclera Conjunctival Bilirubin* (SCB). Gambaran neoSCB memiliki potensi untuk mengidentifikasi bayi dengan kadar bilirubin tinggi, memiliki sensitivitas - spesifitas yang baik dan hasilnya dapat dibandingkan dengan alat JM-105 (alat pengukuran TcB). Hasil analisis validasi gambar neoSCB dengan nilai TSB > 250 mmol/L menunjukkan sensitivitas dan spesivitas yang cukup tinggi, akan tetapi hubungan antara TCB dengan TSB lebih kyat dari pada neoSCB dengan TSB (Enweronu-Laryea et al., 2022). Penggunaan *smartphone* untuk skrining *jaundice* dengan pengurangan pengaruh lingkungan mampu mencapai hasil yang sebanding dengan pemeriksaan TCB (Outlaw et al., 2020).

Beberapa penelitian menggunakan aplikasi khusus yang memanfaatkan kamera *smartphone* untuk mengukur tingkat bilirubin pada neonates seperti, neoSCB, Bilicam, Biliscan, dan Bilibin (Enweronu-Layyea et al., 2022; Lingaldinna et al., 2021; Taylor et al., 2017; Swarna et al., 2018; Zsarehpour, et., al 2023). Taylor et al., (2017) menyebutkan bahwa Bilcam memiliki tingkat korelasi estimasi bilirubin

yang tinggi dengan pemeriksaan TSB ( $r=0,91$ ), akan tetapi BiliCam tidak memiliki akurasi yang cukup untuk digunakan sebagai metode satu-satunya dalam menilai *jaundice*, seperti halnya TcB, BiliCam lebih cocok sebagai alat skrining untuk membantu menentukan bayi yang memerlukan pengambilan darah dalam pengukuran TSB. Bilicam memiliki keefektifan yang sama dengan pemeriksaan TcB dan dapat dijadikan alternatif bagi negara-negara terbatas dimana merupakan teknologi dengan biaya rendah (Taylor et al., 2017). Penelitian Swarna et al., (2018) dan Lingaldinna et al., 20121) juga menunjukkan korelasi yang cukup baik dan hasil yang cukup positif dengan pemeriksaan TSB ( $r=0,6$ ). Nilai Biliscan pada area dada memiliki korelasi yang lebih baik dibandingkan pada area perut. Aplikasi Biliscan cenderung memberikan estimasi bilirubin yang lebih tinggi daripada nila yang diukur dari sampel TSB (Lingaldinna et al., 2021). Penelitian Zarehpour et al., 2023 menciptakan aplikasi BiliBin yang memiliki kemampuan cukup baik dalam memperkirakan kadar bilirubin dengan tingkat kesalahan yang rendah dengan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 1.807 dan korelasi sebesar 0.701 terhadap nilai TSB sebagai standar.

Hasil penelitian didapatkan bahwasannya pengukuran bilirubin menggunakan aplikasi berbasis *smartphone* menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dan korelasi yang baik dengan pemeriksaan TSB (Aune et al., 2020) (Padidar et al., 2019) (Taylor et al., 2017). Aplikasi *smartphone* berbasis penilaian kulit dan sklera keduanya efektif dalam memprediksi TSB. Terdapat korelasi yang kuat dan signifikan antara aplikasi *smarthphone* dan TSB dengan nilai spesivitas untuk memprediksi TSB 250 mmol/L berkisar 75-100%, dan spesifitas antara 61-100%. Pada nilai TSB 205 mmol/L didapatkan nilai spesifitas 83-100% dengan spesifitas 19,5-76% (Hegde et al., 2023). Hasil penelitian yang diidentifikasi menunjukkan bahwa skrining *jaundice* berbasis *smartphone* merupakan metode *non-invasive* yang efektif digunakan dalam pemantauan *jaundice* terutama sebelum diperlukan pemeriksaan TSB, dan tetap bisa digunakan untuk pemantaun *jaundice* berkala sehingga tidak diperlukan pengambilan sampel darah tambahan, hal tersebut akan mengurangi risiko infeksi rasa sakit dan stress pada neonatus.

Penting untuk diperhatikan bahwa penggunaan skrining *jaundice* berbasis *smartphone* juga memiliki keterbatasan seperti faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran seperti, pigmen kulit,

pencahayaannya dan variasi teknik pengukuran. Diperlukan standar dan pedoman yang jelas untuk menginterpretasikan hasil dan sistem dalam alur penerapan dipelayanan kesehatan.

## SIMPULAN

Pemanfaatan *smartphone* dalam skrining *jaundice* pada bayi merupakan inovasi menjanjikan sebagai metode *non-invasive* yang efektif. Ini dapat mengurangi kebutuhan akan pengambilan sampel darah berulang/ mengurangi tindakan prosedur invasif sehingga meningkatkan keamanan dan kenyamanan bagi pasien. Perawat dapat menjadikan metode skrining *jaundice* berbasis *smartphone* sebagai alternatif *non-invasif* untuk deteksi dan pemantauan ikterik pada neonatus. Penggunaan metode ini membantu perawat secara efektif mengidentifikasi neonatus yang berisiko tinggi mengalami *jaundice* dan memberikan intervensi yang tepat sesuai dengan tingkat keparahan *jaundice* yang terdeteksi. Selain itu, penggunaan aplikasi berbasis *smartphone* dapat membantu perawat dalam memantau perkembangan ikterik neonatus secara berkala, baik di rumah sakit maupun di luar rumah sakit. Penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknologi masih diperlukan untuk memahami keterbatasan dan potensi lebih

lanjut dalam penggunaannya dipelayanan kesehatan.

Praktisi klinis perlu memahami dan memanfaatkan aplikasi berbasis *smartphone* dalam skrining *jaundice*. Mereka perlu dilatih untuk mengoperasikan aplikasi ini dengan benar dan menyadari faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran, serta mampu mengidentifikasi situasi dimana penggunaan aplikasi

berbasis *smartphone* mungkin tidak sesuai dan harus tahu kapan diperlukan pengukuran bilirubin yang lebih canggih.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulisan mengucapkan terimakasih kepada Uiversitas Indonesia yang telah memfasilitasi pencarian basis data untuk melakukan studi tinjauan ini.

**Table 1. Hasil Rincian Tinjauan Jurnal Utama untuk Literatur Review**

No.	Penulis / Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Tujuan Penelitian	Metode Peneitian	Hasil Penelitian
1.	(Aune et al., 2020)	<i>Bilirubin estimates from smartphone images of newborn infants, skin correlated highly to serum bilirubin levels</i>	<i>Acta Paediatrica</i>	Megevaluasi sebuah metode baru untuk memperkirakan kadar bilirubin dari warna gambar <i>smartphone</i> yang telah dikalibrasi.	Studi Prospektif <i>cross sectional</i>	- Hubungan antara hasil estimasi <i>smartphone</i> dan TSB diukur menggunakan Pearson - didapatkan nilai r 0.84 pada semua sampel . - Hubungan antara estimasi gambar dan TCB bernilai 0.81
2.	(Padidar et al., 2019)	<i>Detection of Neonatal Jaundice Using Android Based Samartphone Application</i>	<i>Iranian Journal of Pediatrics</i>	Merancang aplikasi berbasis OS Android untuk mendeteksi penyakit kuning pada bayi baru lahir	Studi klinis prospektif dua pusat	Estimasi kadar bilirubin berbasis Android memiliki sensitivitas 68% dan spesifisitas 92,3% untuk memperkirakan kadar bilirubin kurang dari 10 mg / dL dan sensitivitas 82,1% dan spesifisitas 100% untuk memperkirakan kadar bilirubin



No.	Penulis / Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
						kurang dari 15 mg/dL. Estimasi kadar bilirubin berbasis aplikasi Android memiliki korelasi sebesar 0,479 dengan nilai total serum bilirubin.
3.	(Munkholm et al., 2018)	<i>The smartphone camera as a potential method for transcutaneous bilirubin measurement</i>	<i>PLoS ONE</i>	Meneliti apakah gambar digital yang dihasilkan oleh kamera yang tertanam pada smartphone dapat digunakan sebagai alat skrining untuk hiperbilirubinemia neonatus.	Studi observasional <i>cross sectional</i>	Hanya gambar dari kamera dengan dermatoskop intensitas dari saluran hijau dan biru yang secara signifikan berkorelasi ( $p < 0,001$ ) dengan pengukuran bilirubin masing-masing ( $r$ Pearson: 0,59 dan 0,48).
4.	(Enweronu-Laryea et al., 2022)	<i>Validating a Sclera-Based Smartphone Application for Screening Jaundiced Newborns in Ghana</i>	<i>Pediatrics</i>	Optimalisasi dan validasi aplikasi ponsel pintar berbasis sklera, <i>Neonatal Scleral-Conjunctival Bilirubin</i> (neoSCB), untuk skrining penyakit kuning neonatal.	Studi <i>cross sectional</i>	Hasil analisis validasi gambar neoSCB, bayi yang teridentifikasi dengan TSB > 14.62 mg/dL (250mmol/L) dengan sensitivitas, spesivitas dan area dibawah kurva receiver operating characteristic (AUC) yang cukup tinggi. Hasilnya adalah sensitivitas sekitar 0.94 (CI 95%, 0.91 hingga 0.97), spesifisitas sekitar 0.73 (CI 95%, 0.68 hingga 0.78), dan AUC sekitar 0.90.

No.	Penulis / Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
5.	(Taylor et al., 2017)	<i>Use of a smartphone app to assess neonatal jaundice</i>	<i>Pediatrics</i>	Mengevaluasi akurasi teknologi yang didasarkan pada analisis gambar digital bayi yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi ponsel pintar bernama BiliCam.	Studi Prospektif - <i>cross sectional</i>	Korelasi keseluruhan antara tingkat bilirubin yang diestimasi dan tingkat TSB adalah 0,91, dan korelasi untuk bayi kulit putih, Afrika-Amerika, Hispanic, dan Asia-Amerika masing-masing adalah 0,92, 0,90, 0,91, dan 0,88. Sensitivitas BiliCam dalam mengidentifikasi bayi dengan tingkat TSB tinggi adalah 84,6% dan 100%, masing-masing, dengan dan spesifisitas masing-masing adalah 75,1% dan 76,4%.
6.	(Outlaw et al., 2020)	<i>Smartphone screening for neonatal jaundice via ambient-subtracted sclera chromaticity.</i>	<i>PLoS ONE</i>	Mengembangkan metode inovatif kamera ponsel pintar untuk skrining penyakit kuning neonatal dengan mengambil gambar sklera, dengan mengatasi 3 faktor pengacau yang mempengaruhi antara	<i>Pilot Study</i>	Dengan pengurangan pengaruh lingkungan, estimasi kromatisitas meningkat, didapatkan sensitivitas 100% dan spesifitas 61% pada bayi dengan nilai TSB >250 mmol/L, serta sensitivitas 92%, spesifitas 67% pada bayi nilai TSB > 205 mmol/L.

No.	Penulis / Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				warna dan kuning, pigmen kulit, Cahaya lingkungan dan respon spectral kamera.		
7.	(Swarna et al., 2018)	<i>The smart phone study: assessing the reliability and accuracy of neonatal jaundice measurement using smartphone application</i>	<i>International Journal of Contemporary Pediatrics</i>	Mengevaluasi aplikasi smartphone "Biliscan" untuk skrining ikterik pada neonatus	Studi Observasional	Terdapat korelasi yang baik (0,6) antara estimasi bilirubin Biliscan dan kadar bilirubin serum ( $p < 0,0001$ ). Nilai Biliscan pada area dada berkorelasi lebih baik daripada nilai area perut (0,6 ; 0,551) terhadap nilai serum. pengukuran Biliscan.
8.	(Lingal dinna et al., 2021)	<i>Validity of bilirubin measured by Biliscan (Smart-phone application) in Neonatal Jaundicean Observational Study</i>	<i>Journal of Nepal Paediatrics Society</i>	Mengevaluasi aplikasi smartphone Biliscan dan kartu kalibrasi warna untuk mendeteksi jaundice pada neonates	Studi Observasional	Biliscan dan bilirubin serum menunjukkan tingkat kesepakatan yang sedang dengan koefisien korelasi sebesar 0.6. Plot Bland-Altman menunjukkan bias sebesar 1.1, dengan batas kesepakatan berkisar antara -3 hingga +5.3. Biliscan memiliki sensitivitas yang baik, yaitu 90%, dalam mengidentifikasi tingkat bilirubin serum tinggi.
9.	(Zarehpour et al., 2023)	<i>BiliBin: An Intelligent Mobile Phone-based Platform to Monitor</i>	<i>Research Square</i>	Menciptakan alat yang dapat membantu dalam skrining	Studi eksperimental	Hasil menunjukkan aplikasi Bilin memiliki mean absolute error (MAE) sebesar 1.807 dan korelasi sebesar

No.	Penulis / Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		<i>Newborn Jaundice.</i>		hiperbilirubi-nemia pada bayi baru lahir secara non <i>invasive</i> dengan menggunakan kamera <i>smartphone</i> dalam bentuk aplikasi Bilibin.		0.701 dihubungkan dengan nilai TSB sebagai acuan/standar.
10.	(Aune et al., 2022)	<i>Idea to a Market : A Critical Review of its Iterative Development , Validation , and Certification of a Smartphone System for Neonatal Jaundice Abstract Table of Contents</i>	<i>JMIR Pediatrics and Parenting</i>	Mengembangkan tiga iterasi dari system berbasis <i>smartphone</i> untuk mendeteksi <i>jaundice</i> pada neonatus	<i>Studi Prospektif - cross sectional</i>	Hasil pengukuran bilirubin menggunakan sistem terbaru dari <i>smartphone</i> sangat berkorelasi dengan nilai TSB, dengan tingkat korelasi sebesar $r=0,84$ . Sistem ini memiliki sensitivitas yang tinggi (94%) dalam mendeteksi <i>jaundice</i> yang parah, yang didefinisikan sebagai $TSB > 250 \mu\text{mol/L}$ , dan mempertahankan spesifisitas yang tinggi (71%).
11.	(Hegde et al., 2023)	<i>Performance of smartphone application to accurately quantify hyperbilirubinemia in neonates: a systematic review with meta-analysis.</i>	<i>European Journal of Pediatrics</i>	Mengevaluasi akurasi pengukuran bilirubin menggunakan aplikasi <i>smartphone</i> pada bayi yang baru lahir.	<i>Systematic Review-Meta-analysis</i>	Terdapat korelasi yang signifikan antara pengukuran bilirubin menggunakan aplikasi <i>smartphone</i> dan pengukuran bilirubin serum (TSB). Koefisien korelasi gabungan (r) antara aplikasi <i>smartphone</i> dan TSB adalah 0,77 ( $p<0.01$ ). Sensitivitas untuk

No.	Penulis / Tahun	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
						memprediksi TSB 250mmol/L berkisar 75%-100% dan spesifitas berkisar antara 61-100%. Pada nilai TSB 205 mmol/L didapatkan nilai sensitifitas 83-100% dan spesifitas 19,5-76%, maka secara keseluruhan <i>Certainty of evidence</i> dianggap Moderate.

**DAFTAR RUJUKAN**

Ansong-Assoku, B., Shah, S. D., Adnan, M., & Ankola, P. A. (2023). Neonatal Jaundice. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Aune, A., Vartdal, G., Bergseng, H., Randeberg, L. L., & Darj, E. 2020. Bilirubin estimates from smartphone images of newborn infants' skin correlated highly to serum bilirubin levels. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*, 109(12), 2532–2538. <https://doi.org/10.1111/apa.15287>

Aune, A., Vartdal, G., Jimenez, G. D., Gierman, L., & Darj, E. (2022). *Idea to a Market : A Critical Review of its Iterative Development , Validation , and Certification of a Smartphone System for Neonatal Jaundice Abstract Table of Contents*. <https://doi.org/https://doi.org/10.2196/preprints.40463>

Enweronu-Laryea, C., Leung, T., Outlaw, F., Brako, N. O., Insaideo, G., Hagan-Seneadza, N. A., Ani-Amponsah, M., Nixon-Hill, M., & Meek, J. 2022. Validating a Sclera-Based Smartphone Application for Screening Jaundiced Newborns in Ghana. *Pediatrics*, 150(1). <https://doi.org/10.1542/peds.2021-053600>

Ercan, Ş., & Özgün, G. 2018. The accuracy of transcutaneous bilirubinometer measurements to identify the hyperbilirubinemia in outpatient newborn population. *Clinical Biochemistry*, 55, 69–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2018.03.018>

Hegde, D., Rath, C., Amarasekara, S., Saraswati, C., Patole, S., & Rao, S. 2023. Performance of smartphone application to accurately quantify hyperbilirubinemia in neonates: a systematic review with meta-analysis. *European Journal of Pediatrics*, 3957–3971. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05073-2>

- Lingaldinna, S., Konda, K. C., Bapanpally, N., Alimelu, M., Singh, H., & Ramaraju, M. 2021. Validity of bilirubin measured by biliscan (Smartphone application) in neonatal jaundice – an observational study. *Journal of Nepal Paediatric Society*, 41(1),93–98. <https://doi.org/10.3126/jnps.v40i3.29412>
- Munkholm, S. B., Krøgholt, T., Ebbesen, F., Szecsi, P. B., & Kristensen, S. R. 2018. The smartphone camera as a potential method for transcutaneous bilirubin measurement. *PLoS ONE*, 13(6), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197938>
- Outlaw, F., Nixon, M., Odeyemi, O., MacDonald, L. W., Meek, J., & Leung, T. S. 2020. Smartphone screening for neonatal jaundice via ambient-subtracted sclera chromaticity. *PLoS ONE*, 15(3), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216970>
- Padidar, P., Shaker, M., Amoozgar, H., Khorraminejad-Shirazi, M., Hemmati, F., Najib, K. S., & Pourarian, S. 2019. Detection of neonatal jaundice by using an android OS-based smartphone application. *Iranian Journal of Pediatrics*, 29(2). <https://doi.org/10.5812/ijp.84397>
- Republik Indonesia. 2019. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/240/2019 Tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tatalaksana Hiperbilirubinemia.
- Swarna, S., Pasupathy, S., Chinnasami, B., D., N. M., & Ramraj, B. 2018. The smart phone study: assessing the reliability and accuracy of neonatal jaundice measurement using smart phone application. *International Journal of Contemporary Pediatrics*, 5(2), 285. <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20175928>
- Taylor, J. A., Stout, J. W., De Greef, L., Goel, M., Patel, S., Chung, E. K., Koduri, A., McMahon, S., Dickerson, J., Simpson, E. A., & Larson, E. C. 2017. Use of a smartphone app to assess neonatal jaundice. *Pediatrics*, 140(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2017-0312>
- Widodo, S. T., & Kusbin, T. B. A. 2023. Pendekatan Klinis Neonatus dan Bayi Ikterus. *Cermin Dunia Kedokteran*, 50(6), 332–338. <https://doi.org/10.55175/cdk.v50i6.921>
- Zarehpour, E., Mohammadi, M. R., Zakeri-Nasrabadi, M., Aein, S., Sangsari, R., Taheri, L., Zabihallahpour, A., & Rohi, I. 2023. *BiliBin: An Intelligent Mobile Phone-based Platform to Monitor Newborn Jaundice*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2424329/v1>