

Uji Korelasi dalam Penelitian Kuantitatif: Kajian Konseptual, Asumsi Statistik dan Implikasi Paraktis

Putu Gede Subhaktiyasa^{1*}, I Wayan Numertayasa², N. Putri Sumaryani³, Sang Ayu Ketut Candrawati⁴, I Dewa Gede Candra Dharma⁵, I Gusti Ngurah Widya Hadi Saputra⁶

¹Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, STIKES Wira Medika Bali, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, ITP Markandeya Bali, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Indonesia

^{4,5}Program Studi Keperawatan, STIKES Wira Medika Bali, Indonesia

⁶Program Studi Manajemen, Universitas Pendidikan Nasional, Indonesia

*Corresponding Author: pgs@stikeswiramedika.ac.id

Article History

Received : August 16th, 2025

Revised : September 17th, 2025

Accepted : October 18th, 2025

Abstract: Uji korelasi merupakan salah satu teknik statistik yang paling banyak digunakan untuk mengetahui hubungan antarvariabel, namun praktiknya masih menunjukkan kesalahan interpretasi dan generalisasi. Penelitian ini bertujuan melakukan analisis kritis terhadap berbagai jenis uji korelasi parametrik dan non-parametrik dengan menelaah keunggulan, keterbatasan, dan konteks penggunaannya dalam kerangka validitas dan analisis data kuantitatif. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi pustaka melalui telaah literatur dari basis data ilmiah dalam rentang 2015-2025. Analisis data menggunakan analisis isi dengan pendekatan deduktif-induktif pada tema konseptual, asumsi statistik dan praktik penerapan korelasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa uji korelasi berperan penting dalam identifikasi kekuatan dan arah hubungan antarvariabel, namun tidak dapat digunakan untuk memberikan kesimpulan hubungan sebab akibat. Penentuan jenis korelasi harus mempertimbangkan skala pengukuran, distribusi data dan data outlier. Selain itu, signifikansi statistik tidak selalu mencerminkan makna substantif, sehingga diperlukan interpretasi dan pelaporan yang dilandasi justifikasi metodologis yang kuat. Temuan ini menekankan pentingnya peningkatan literasi statistik dan pemahaman metodologis untuk ketepatan analisis, mencegah kesalahan inferensial dan meningkatkan kualitas rekomendasi berbasis bukti.

Keywords: asumsi statistik, statistik nonparametrik, statistik parametrik, uji korelasi, validitas metodologis

PENDAHULUAN

Analisis hubungan antarvariabel dalam penelitian kuantitatif berperan dalam menjelaskan fenomena empiris secara sistematis dan terukur. Peneliti kuantitatif berupaya mendeskripsikan gejala dan memahami bagaimana satu variabel dapat berhubungan positif, negatif atau tidak ada hubungan yang berarti dengan variabel lainnya (Edwards, 2020; Wang et al., 2018). Pemahaman terhadap pola hubungan ini menjadi dasar dalam pengembangan teori, pengujian hipotesis, dan perancangan intervensi berbasis bukti. Ini menunjukkan bahwa uji korelasi menjadi alat statistik yang berperan dalam menilai kekuatan dan arah hubungan antarvariabel untuk memberikan kesimpulan berbasis data yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah

(Shieh, 2021). Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam terhadap prinsip dan penerapan uji korelasi merupakan aspek penting dalam penelitian kuantitatif, khususnya dalam studi yang bertujuan mengeksplorasi atau mengkonfirmasi keterkaitan antarvariabel.

Uji korelasi menjadi teknik statistik yang populer digunakan dalam berbagai penelitian seperti penelitian sosial, pendidikan, psikologi dan kesehatan (Hamaker, 2024; Shieh, 2021). Beberapa jenis korelasi seperti Pearson Product-Moment, Spearman Rank, dan Kendall's Tau digunakan merujuk pada karakteristik data dan persyaratan statistik tertentu. Uji korelasi Pearson paling sering diterapkan pada data kontinu yang memenuhi asumsi distribusi normal dan hubungan linier, sedangkan Spearman dan Kendall lebih sesuai untuk data ordinal atau data yang tidak memenuhi asumsi parametrik (van

den Heuvel & Zhan, 2022). Pemilihan jenis uji korelasi yang tepat sangat menentukan validitas hasil analisis, karena setiap teknik memiliki batasan metodologis (Janse et al., 2021; Shieh, 2021). Hal ini mengindikasikan perlunya memahami prinsip kerja, asumsi, dan aplikatif setiap jenis uji korelasi.

Namun sayangnya masih banyak ditemukan praktik yang kurang tepat dalam penggunaannya. Salah satu kesalahan paling umum adalah penarikan kesimpulan kausal dari hasil korelasional yang tidak tepat secara metodologis. Korelasi hanya menunjukkan hubungan asosiatif sehingga menyimpulkannya sebagai sebab-akibat akan berdampak pada bias interpretatif (Gershman & Ullman, 2023; Seifert et al., 2022). Selain itu, penggunaan uji korelasi tanpa mempertimbangkan asumsi dasar seperti linearitas, normalitas, serta skala data, cenderung menghasilkan kesimpulan yang tidak tepat (Janse et al., 2021; Shatz, 2024). Misalnya, penggunaan korelasi Pearson pada data ordinal atau tidak normal dapat memunculkan koefisien yang bias (Grønneberg & Foldnes, 2022). Lebih lanjut, adanya korelasi semu (*spurious correlation*) akibat variabel perancu atau desain penelitian yang tidak tepat juga memperbesar risiko kesalahan inferensial (Grosz, 2023; Weidlich et al., 2024).

Literatur yang berkaitan dengan prosedur uji korelasi, terutama rumus perhitungan dan interpretasi perangkat lunak telah dieksplorasi secara luas namun seringkali kurang membahas implikasi dan pemahaman kontekstual secara komprehensif. Deane et al., (2025) menyatakan bahwa perkiraan korelasi yang tidak akurat dari ukuran sampel yang kecil seharusnya mendorong interpretasi yang hati-hati, dan menyarankan bahwa beberapa korelasi mungkin tidak informatif. Selain itu, Shao et al., (2022) menyoroti bahwa metode statistik yang berbeda dapat menghasilkan korelasi yang bervariasi, mempengaruhi akurasi dan interpretasi hasil penelitian, dimana analisis seperti korelasi bivariat, analisis faktor konfirmatif dan model persamaan struktural eksploratori dapat menghasilkan hasil korelasi berbeda. Schober & Schwarte, (2018) memberikan panduan tentang penggunaan dan interpretasi koefisien korelasi yang tepat, namun lebih berfokus pada pelaksanaan metodologis tanpa merujuk aplikasi kontekstual yang lebih luas. Ini menggambarkan kebutuhan terhadap pemahaman korelasi yang mendasar yang mencakup ketelitian

interpretatif dan analisis kontekstual. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman terkait jenis dan teknik korelasi secara sistematis, serta asumsi statistik, kesalahan umum dalam interpretasi, dan implikasi praktis dari penggunaan uji korelasi. Hasil penelitian menjawab pertanyaan "bagaimana menggunakan uji korelasi", dan juga "kapan dan mengapa teknik tersebut layak digunakan", sehingga dapat menjadi panduan metodologis yang komprehensif dan aplikatif secara umum untuk melakukan analisis korelasional yang valid, dan kontekstual.

METODE

Studi ini merupakan penelitian kualitatif dengan desain studi pustaka untuk menganalisis penerapan uji korelasi (Kraus et al., 2022). Penelitian dilakukan dari Januari sampai dengan April 2025 melalui penelusuran sumber ilmiah dari basis data Scopus dan Google Scholar. Populasi penelitian adalah seluruh publikasi ilmiah yang membahas konsep, asumsi statistik dan penerapan uji korelasi dalam penelitian kuantitatif. Sedangkan sampel literatur ditentukan secara purposif berdasarkan kriteria (1) membahas secara langsung atau tidak langsung praktik dan teori penggunaan uji korelasi, (2) diterbitkan dalam rentang waktu 2015-2025, dan (3) telah melalui proses peer-review. Beberapa literatur klasik di luar rentang tahun tersebut juga disertakan untuk memperkuat landasan teoritik dan memberikan konteks historis terhadap perkembangan metode korelasi. Prosedur penelitian terdiri dari tahap identifikasi, seleksi, dan klasifikasi literatur menjadi empat tema utama, yaitu landasan konseptual dan metodologis, asumsi dasar dan syarat penggunaan korelasi, jenis-jenis uji korelasi dan relevansinya dalam desain penelitian, serta praktik keliru dari implikasi interpretasi hasil. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan analisis isi dengan pendekatan deduktif-induktif. Proses diawali dengan sintesis teori dan dilanjutkan dengan membandingkan temuan empiris dalam literatur. Validitas hasil analisis melalui triangulasi sumber literatur, kajian berulang, serta refleksi kritis peneliti untuk menghindari bias interpretatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Landasan Konseptual dan Metodologis Uji Korelasi

Analisis korelasi merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel atau lebih (Hu et al., 2020). Korelasi secara konseptual menunjukkan derajat keterkaitan antarvariabel tanpa melibatkan pengujian hubungan kausal (Li et al., 2024). Koefisien korelasi dalam statistik digunakan untuk menunjukkan sejauh mana perubahan pada satu variabel diikuti oleh perubahan pada variabel lainnya, baik dalam arah yang searah (positif) maupun berlawanan (negatif) (Xiong et al., 2024). Tujuan utama dari analisis korelasi adalah untuk mengevaluasi dan menggambarkan pola hubungan antarvariabel guna menemukan kecenderungan asosiasi, serta sebagai dasar dalam pengembangan model prediktif atau uji lanjutan seperti regresi (de Mast et al., 2023). Ini mengindikasikan bahwa uji korelasi memiliki fungsi penting pada tahap eksplorasi dan konfirmasi hipotesis awal.

Studi korelasional memiliki perbedaan metodologis yang berbeda dengan studi kausal. Studi korelasional bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur kekuatan serta arah hubungan antarvariabel tanpa manipulasi langsung terhadap variabel independen, sehingga tidak memungkinkan penarikan kesimpulan kausal (Carter-Snell, 2004; Devroop, 2000). Sedangkan studi kausal berfokus pada pengujian hubungan sebab-akibat melalui manipulasi variabel independen dan kontrol terhadap faktor pembaur yang umumnya melalui desain eksperimental (Kauermann et al., 2021; Raulin & Graziano, 2019). Namun pendekatan non-eksperimental seperti kuasi-eksperimen atau kausal-komparatif yang didukung oleh teknik statistik lanjutan seperti regresi, *path analysis*, atau *structural equation modeling* dapat digunakan jika manipulasi langsung tidak memungkinkan (Busk, 2014). Kesalahan umum dalam praktik ilmiah adalah ketika peneliti secara keliru menginterpretasikan hubungan korelasional sebagai hubungan kausal, padahal kedua pendekatan tersebut berdiri pada paradigma metodologi yang berbeda (Johansson et al., 2024).

Jenis desain penelitian yang umumnya digunakan untuk menguji korelasi antara variabel meliputi desain survei korelasional, *cross-*

sectional, longitudinal, serta *ex post facto* (Simons-Morton, 2017; VanderWeele et al., 2020). Desain survei korelasional digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antarvariabel dalam populasi besar melalui instrumen terstandar, sedangkan desain *cross-sectional* mengukur hubungan pada satu titik waktu tertentu. Desain longitudinal dilakukan untuk analisis hubungan antarvariabel secara temporal, sedangkan desain *ex post facto* digunakan untuk mengamati hubungan berdasarkan data historis atau kondisi yang sudah terjadi, tanpa kontrol eksperimental. Keempat desain ini berada dalam penelitian non-eksperimental, di mana pemilihan desain sangat ditentukan oleh tujuan analisis dan ketersediaan data.

Jenis-Jenis Uji Korelasi: Pendekatan Parametrik dan Non-Parametrik

Pemilihan jenis uji korelasi dalam penelitian kuantitatif sangat bergantung pada karakteristik data, skala pengukuran variabel, serta asumsi statistik yang mendasarinya (García-Pérez, 2025). Teknik korelasi diklasifikasikan dalam dua pendekatan yaitu parametrik dan non-parametrik. Pendekatan parametrik, seperti korelasi Pearson, mensyaratkan data yang terdistribusi normal, berskala interval atau rasio, dan hubungan linear antarvariabel. Sedangkan pendekatan non-parametrik seperti korelasi Spearman dan Kendall tau, lebih fleksibel karena tidak memerlukan distribusi normal, dan dapat digunakan untuk data berskala ordinal atau ketika hubungan antarvariabel bersifat monotonik tetapi tidak linear (Y. Chung, 2016; Tjøstheim et al., 2022; van den Heuvel & Zhan, 2022). Klasifikasi ini penting untuk menjamin validitas hasil analisis, mengingat tidak terpenuhinya asumsi parametrik dapat menyebabkan estimasi yang bias dan kesimpulan yang tidak akurat.

Korelasi Pearson merupakan teknik korelasi parametrik yang paling banyak digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel kuantitatif berskala interval atau rasio. Nilai koefisien Pearson (r) berkisar antara -1 hingga +1, dimana nilai positif menunjukkan hubungan searah dan nilai negatif menunjukkan hubungan berlawanan. Namun, penggunaan uji ini mensyaratkan terpenuhinya beberapa asumsi penting, seperti normalitas distribusi data, dan linearitas hubungan antarvariabel (van den Heuvel & Zhan, 2022). Meskipun uji homoskedastisitas tidak merupakan persyaratan wajib sebelum

melakukan uji korelasi Pearson, pemahaman terhadap asumsi ini tetap penting karena homoskedastisitas merupakan bagian dari asumsi normalitas bivariat yang mendasari validitas uji Pearson, dan pelanggaran terhadapnya dapat memengaruhi keakuratan hasil, terutama pada ukuran sampel kecil (Kraemer, 1980; Wilcox, 2016). Jika asumsi-asumsi tersebut tidak terpenuhi, maka analisis Pearson menjadi tidak tepat diterapkan dan perlu mempertimbangkan pendekatan alternatif.

Sebagai alternatif terhadap Pearson, korelasi Spearman (ρ) dan Kendall tau (τ) digunakan dalam kondisi ketika data berskala ordinal, tidak terdistribusi normal, atau hubungan antarvariabel bersifat monotonik (Y. Chung, 2016). Korelasi Spearman didasarkan pada peringkat (ranking) data, sehingga lebih robust terhadap outlier dan penyimpangan distribusi. Sedangkan Kendall tau menghasilkan estimasi yang lebih konservatif namun lebih stabil pada ukuran sampel kecil atau ketika terdapat banyak nilai ikat (ties), yakni kondisi ketika dua atau lebih observasi memiliki nilai peringkat yang sama sehingga tidak dapat dibedakan secara urut (L. Chung & Marden, 1991). Teknik ini memberikan hasil yang lebih reliabel dibandingkan Spearman yang cenderung lebih peka terhadap nilai peringkat ganda. Kedua teknik ini sangat berguna dalam penelitian sosial dan psikologis yang seringkali menggunakan skala Likert atau data observasi yang tidak memenuhi asumsi parametrik (van den Heuvel & Zhan, 2022).

Selain korelasi tersebut, terdapat jenis uji korelasi yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel nominal yang bersifat dikotomi. Misalnya, *point biserial correlation* digunakan untuk mengukur hubungan antara variabel berskala interval atau rasio dengan variabel dikotomi sejati, yaitu variabel nominal yang hanya memiliki dua kategori alami dan tidak memiliki urutan, seperti jenis kelamin (laki-laki/perempuan) atau status hidup (hidup/mati) (Bonett, 2020). Sedangkan *phi coefficient* digunakan ketika kedua variabel bersifat nominal

dikotomis, misalnya hubungan antara jenis kelamin dan kepemilikan asuransi (ya/tidak) (Bonett, 2020). Penting untuk membedakan antara dikotomi sejati dan dikotomi artifisial, kategori yang dibentuk dari pembagian data kontinu (misalnya, membagi usia menjadi “muda” dan “tua”), karena penggunaan teknik korelasi pada dikotomi artifisial dapat menghasilkan estimasi yang bias (Bonett, 2020). Ini mengindikasikan bahwa pemilihan teknik korelasi yang tepat pada data nominal harus mempertimbangkan sifat kategorinya serta tujuan analisis untuk menjaga validitas hasil (Ives & Gibbons, 1967). Sedangkan pada analisis korelasi yang kompleks maka untuk mengontrol pengaruh variabel ketiga (*covariate*) digunakan teknik korelasi parsial untuk hubungan antara dua variabel utama dengan menghilangkan pengaruh satu atau lebih variabel kontrol dari kedua variabel dan semi-parsial dengan mengontrol variabel pengganggu dari salah satu variabel utama. Teknik ini bermanfaat dalam studi dengan banyak variabel yang saling berkorelasi, seperti dalam penelitian psikometri, pendidikan, dan epidemiologi untuk memahami kontribusi unik suatu variabel terhadap variabel lainnya secara lebih tepat (Bush et al., 1980).

Pada analisis multivariat yang lebih tinggi, korelasi kanonik (*canonical correlation analysis/CCA*) digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua set variabel independen dan dependen yang masing-masing terdiri atas lebih dari satu variabel. CCA memungkinkan identifikasi pasangan variabel kanonik yang paling berkorelasi, serta memberikan pemahaman mendalam mengenai pola hubungan multidimensional. Aplikasi CCA banyak ditemukan dalam bidang psikologi, manajemen pendidikan, dan ilmu sosial lainnya yang melibatkan banyak konstruk kompleks (González et al., 2008). Untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif, berikut ringkasan perbandingan jenis-jenis uji korelasi berdasarkan beberapa kriteria utama, seperti jenis data, asumsi statistik, dan tujuan analisis yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Jenis-Jenis Uji Korelasi

Uji Korelasi	Pendekatan Statistik	Tipe Data	Asumsi Statistik	Tujuan dan Aplikasi	Keterangan Tambahan
Pearson Product Moment	Parametrik	Interval/ Rasio	Normalitas, Linearitas, Homoskedastisitas (tidak selalu diwajibkan namun	Mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel	Sangat umum dalam penelitian kuantitatif

			mempengaruhi hasil pada ukuran sampel kecil)		
Spearman Rank Order	Nonparametrik	Ordinal, Interval/ Rasio (non-normal)	Tidak memerlukan normalitas atau linearitas	Hubungan monotonic antar variabel	Digunakan jika data tidak berdistribusi normal
Kendall's Tau	Nonparametrik	Ordinal	Tidak memerlukan normalitas	Alternatif Spearman, lebih stabil untuk sampel kecil	Tepat untuk data dengan banyak nilai sama (ties)
Point-Biserial Correlation	Parametrik	Dikotomi (dummy) vs. interval/ rasio	Normalitas, varians homogen	Mengukur hubungan antara variabel biner dan interval	Digunakan dalam desain eksperimental dan kuasi-eksperimental
Phi Coefficient	Nonparametrik	Nominal (2 variabel biner)	Tidak ada asumsi khusus	Hubungan antara dua variabel dikotomi	Sering digunakan dalam data kontingensi
Cramer's V	Nonparametrik	Nominal (kategorik > 2)	Tidak ada asumsi khusus	Kekuatan asosiasi dalam tabel kontingensi	Merupakan perluasan dari Phi
Tetrachoric Correlation	Parametrik (asumsi laten)	Dikotomi (dengan asumsi laten kontinu)	Normalitas laten, hubungan kontinu	Estimasi korelasi antara dua variabel dikotomi	Tepat untuk konstruk psikologis dikotomis
Biserial Correlation	Parametrik (asumsi laten)	Dikotomi vs. kontinu (dengan asumsi dikotomi artifisial)	Normalitas	Estimasi korelasi antara dikotomi artifisial dan variabel kontinu	Lebih tepat untuk variabel dikotomis buatan
Partial Correlation	Parametrik	Interval/Rasio	Normalitas, linearitas	Mengukur hubungan antara dua variabel dengan mengendalikan variabel ketiga	Menjelaskan hubungan "murni" antar variabel
Semi-Partial (Part) Correlation	Parametrik	Interval/Rasio	Normalitas, linearitas	Hubungan unik satu variabel dengan variabel lain setelah mengontrol variabel ketiga pada satu sisi	Berguna dalam regresi ganda
Canonical Correlation	Parametrik	Beberapa variabel interval/rasio	Normalitas multivariat, linearitas	Hubungan simultan antara dua set variabel	Digunakan dalam analisis multivariat lanjutan
Distance Correlation	Nonparametrik	Semua tipe data (termasuk non-linear)	Tidak memerlukan linearitas atau normalitas	Mendeteksi semua jenis ketergantungan, tidak hanya linear	Lebih sensitif dibanding Pearson
Eta Coefficient	Nonparametrik	Nominal vs. interval/rasio	Tidak memerlukan asumsi statistik	Mengukur asosiasi non-linear	Cocok untuk ANOVA atau regresi non-linear

Asumsi Statistik dan Uji Prasyarat dalam Analisis Korelasi

Penggunaan uji korelasi memerlukan pemahaman terhadap asumsi statistik yang melandasinya. Setiap teknik korelasi, baik parametrik maupun non-parametrik, memiliki prasyarat yang wajib diuji dan dipenuhi agar hasil analisis dapat dinyatakan valid, reliabel, dan bermakna secara substantif. Misalnya, korelasi parametrik seperti Pearson Product-Moment mengharuskan adanya hubungan linear antarvariabel, distribusi normal, skala data interval atau rasio, serta homoskedastisitas residual. Pelanggaran terhadap salah satu asumsi tersebut berpotensi menghasilkan estimasi koefisien korelasi yang bias dalam interpretasi statistik maupun konseptual (Kraemer, 1980).

Korelasi non-parametrik seperti Spearman's rho dan Kendall's tau merupakan alternatif yang lebih fleksibel terhadap asumsi distribusi tidak normal. Teknik ini tepat digunakan pada data berskala ordinal, tidak berdistribusi normal, atau menunjukkan hubungan monotonik—yakni hubungan yang terus meningkat atau menurun, meskipun tidak selalu linear. Namun pemahaman terhadap pola monotonisitas tetap esensial karena pola hubungan yang tidak monoton mengakibatkan bias dalam interpretasi terhadap nilai koefisien Spearman dan Kendall. Selain itu, Kendall's tau menghasilkan estimasi yang lebih konservatif namun stabil, terutama pada ukuran sampel kecil atau ketika terdapat banyak nilai ikat (ties), yaitu kondisi ketika dua atau lebih subjek memiliki nilai yang sama pada variabel yang diurutkan, sehingga berpengaruh pada keakuratan peringkat dan perhitungan korelasi (van den Heuvel & Zhan, 2022). Misalnya, jika dalam sebuah dataset tiga siswa memperoleh skor yang sama pada tes matematika, maka skor tersebut dianggap sebagai nilai ikat karena tidak dapat diberi peringkat berbeda.

Salah satu elemen penting yang sering diabaikan namun sangat krusial dalam pengujian asumsi korelasi adalah identifikasi dan penanganan data outlier. Outlier, yaitu nilai yang sangat ekstrem dibandingkan dengan distribusi mayoritas data, dapat secara signifikan memengaruhi nilai koefisien korelasi, terutama dalam uji parametrik seperti Pearson. Kehadiran

satu atau dua data pencilan dapat menciptakan ilusi adanya hubungan kuat padahal sebenarnya tidak ada pola hubungan substantif. Oleh karena itu, analisis outlier menjadi bagian integral dalam proses pengecekan kebaikan data sebelum melakukan uji korelasi. Outlier dapat dilakukan melalui visualisasi data seperti boxplot dan scatterplot, atau uji statistik Z-score atau Mahalanobis distance. Ini menjadi pertimbangan penting apakah outlier mencerminkan kesalahan pengukuran atau fenomena nyata sehingga perlu menentukan tindakan apakah perlu dihapus, ditransformasi, atau digunakan metode robust yang tahan terhadap pencilan (Wilcox, 2016; Willems et al., 2009).

Agar uji korelasi menghasilkan hasil yang valid dan robust, maka diperlukan beberapa langkah metodologis yang sistematis. Pertama, merancang desain penelitian yang tepat, umumnya berupa desain non-eksperimental seperti survei korelasional. Kedua, menetapkan variabel bebas dan terikat secara jelas, serta memilih instrumen pengukuran yang telah tervalidasi. Ketiga, mengklasifikasikan jenis skala data (nominal, ordinal, interval, rasio) dan memastikan kesesuaiannya dengan jenis korelasi yang akan digunakan. Keempat, menentukan ukuran sampel yang proporsional dengan mempertimbangkan presisi interval kepercayaan, kekuatan statistik, serta karakteristik desain dan data. Kelima, melakukan deteksi dan evaluasi terhadap outlier secara sistematis sebelum memilih teknik korelasi yang sesuai. Keenam, melakukan uji normalitas (Shapiro-Wilk atau Kolmogorov-Smirnov), uji linearitas (scatterplot atau ANOVA linearitas), serta uji homoskedastisitas jika menggunakan Pearson dalam konteks inferensial yang lebih kompleks. Jika asumsi tidak terpenuhi maka perlu melakukan transformasi data (misalnya *log* atau *square root transformation*), menggunakan teknik non-parametrik, atau menerapkan pendekatan robust yang lebih tahan terhadap pelanggaran asumsi distribusi. Pelaporan hasil eksplorasi data, pengujian asumsi, serta keputusan metodologis yang diambil perlu dilakukan secara transparan dalam laporan penelitian untuk menjamin akuntabilitas ilmiah. Tabel 2 menunjukkan asumsi statistik dan syarat penggunaan uji korelasi dalam penelitian.

Tabel 2. Asumsi Statistik dan Prasyarat Penggunaan Uji Korelasi

Jenis Uji Korelasi	Tipe Data	Asumsi Utama	Uji Prasyarat	Alat Uji/ Visualisasi	Strategi Jika Asumsi Tidak Terpenuhi
Pearson Product Moment	Interval/ rasio	1. Linearitas 2. Normalitas 3. Homoskedastisitas (tidak selalu diwajibkan namun mempengaruhi pada sampel kecil) 4. Tidak ada outlier ekstrem	1. Uji normalitas 2. Uji linearitas 3. Uji homoskedastisitas	- Shapiro-Wilk/ Kolmogorov-Smirnov - Scatterplot - Levene's Test - Histogram & QQ Plot	- Transformasi data (log, square root) - Ganti ke Spearman/ Kendall jika tak terpenuhi - Gunakan teknik robust regression
Spearman's Rho	Ordinal / Interval (non-normal)	1. Hubungan monotonik 2. Tidak perlu normalitas	1. Uji monotonisitas (visual) 2. Deteksi outlier ordinal	- Scatterplot ordinal - Boxplot - Heatmap urutan peringkat	- Pertahankan Spearman jika asumsi monotonik masih terpenuhi - Rubah ke Kendall jika banyak ties
Kendall's Tau	Ordinal / Data kecil dengan ties	1. Hubungan monotonik 2. Banyak nilai ties (ikat)	1. Periksa pola ranking 2. Deteksi ties dan outlier	- Cross-tabulation ranking - Visualisasi relasi peringkat - Concordance - discordance matrix	- Gunakan untuk data ordinal kecil atau banyak ties - Alternatif ketika Spearman overestimates
Point-Biserial	Variabel 1: dikotomi Variabel 2: interval/ rasio	1. Normalitas 2. Homoskedastisitas 3. Variabel dikotomi harus benar-benar dua kategori	1. Uji normalitas 2. Homoskedastisitas 3. Cek distribusi kategori	- Shapiro-Wilk - Levene Test - Bar chart/ Histogram kategori	- Transformasi variabel kontinu - Gunakan rank biserial correlation sebagai alternatif
Phi Coefficient (ϕ)	Dua variabel dikotomi (nominal)	1. Ukuran sampel cukup 2. Tidak ada expected frequency < 5	Uji Chi-square assumptions	- Tabel kontingensi 2x2 - Chi-square expected frequency	- Tambah ukuran sampel - Gunakan koreksi Yates jika sel kecil
Cramér's V	Nominal >2 kategori	1. Ukuran sampel cukup besar 2. Tidak terlalu banyak sel kosong	Uji Chi-square untuk frekuensi minimum	- Crosstab - Chi-square test - Expected cell frequency table	- Gabungkan kategori - Tingkatkan ukuran sampel

Praktik, Kesalahan Umum, dan Overgeneralisasi dalam Penggunaan Korelasi

Uji korelasi sering digunakan sebagai alat analisis yang efisien untuk menilai kekuatan dan arah hubungan antara dua atau lebih variabel, namun masih terdapat kekeliruan dalam

memahami batasan epistemologis dan statistik khususnya terkait penarikan kesimpulan kausal dari hasil korelasional. Korelasi hanya mengindikasikan adanya hubungan linier atau asosiasi antara variabel dan bukan sebagai hubungan sebab-akibat. Menyatakan bahwa

suatu variabel “menyebabkan” perubahan pada variabel lain berdasarkan nilai korelasi merupakan bentuk kekeliruan inferensial (van den Heuvel & Zhan, 2022). Interpretasi yang tepat tidak hanya mengandalkan nilai signifikansi (*p-value*) dan arah koefisien korelasi (*r*), tetapi juga mempertimbangkan konteks teoritik, kekuatan asosiasi, dan keterbatasan desain penelitian yang digunakan. Istilah yang digunakan sebaiknya bersifat deskriptif, seperti “berkorelasi dengan,” “berhubungan secara signifikan,” atau “memiliki hubungan positif atau negatif,” tanpa mengimplikasikan hubungan kausal. Penafsiran koefisien korelasi yang keliru juga masih sering terjadi yang menganggap bahwa korelasi yang rendah atau sedang tidak bermakna secara praktis, padahal nilai korelasi, meskipun kecil, dapat memiliki implikasi signifikan tergantung pada konteks bidang kajian dan ukuran sampel (Kraemer, 2006).

Overgeneralisasi hasil korelasi juga menjadi perhatian dimana beberapa studi melaporkan hasil korelasi yang signifikan secara statistik, namun kemudian mengekstrapolasi hasil tersebut ke konteks populasi atau fenomena yang lebih luas tanpa adanya dukungan metodologis yang memadai. Kesalahan ini membuka ruang misrepresentasi dalam aplikasi kebijakan atau praktik profesional (Kafadar, 2021). Beberapa studi kasus menunjukkan adanya miskonsepsi dalam pelaporan dan penarikan simpulan korelasional. Oleh karena itu perlu disampaikan rekomendasi praktik etis dan akurat dalam pelaporan hasil korelasi. Pertama, perlu pernyataan secara eksplisit bahwa korelasi bukan kausalitas, kecuali jika didukung oleh desain eksperimental atau longitudinal. Kedua, pemilihan jenis uji korelasi harus didasarkan pada karakteristik data dan uji prasyarat yang telah diuji secara statistik, bukan hanya berdasarkan kebiasaan atau kenyamanan. Ketiga, interpretasi hasil korelasi perlu mempertimbangkan konteks teoritis, ukuran efek, dan potensi bias. Terakhir, peneliti harus menjaga akurasi dalam menyampaikan hasil, menghindari overgeneralisasi yang tidak dapat dibuktikan secara empiris (García-Pérez, 2025; Holland, 1986; Tong, 2019).

Implikasi Konseptual, Statistik, dan Praktis dalam Uji Korelasi

Penggunaan uji korelasi dalam penelitian kuantitatif tidak hanya memberikan informasi statistik tentang hubungan antarvariabel, tetapi

juga memiliki implikasi konseptual dan praktis yang penting dalam proses pengembangan teori dan pemodelan ilmiah. Korelasi secara konseptual berperan dalam mengidentifikasi pola hubungan yang relevan untuk membangun model teoritik, terutama ketika hubungan kausal belum dapat dipastikan (Ling & Kenny, 1982). Sedangkan korelasi dalam fase eksploratif dapat menjadi dasar untuk menyusun kerangka konseptual awal dan mendeteksi struktur asosiasi yang mungkin tersembunyi dalam data. Korelasi berperan penting dalam pengujian hipotesis non-kausal, untuk mendapat pemahaman apakah dua variabel saling terkait tanpa asumsi sebab-akibat khususnya dalam studi lintas potong (*cross-sectional*) atau penelitian deskriptif analitik, di mana arah hubungan tidak dapat diidentifikasi secara temporer (Friendly, 2002).

Hasil uji korelasi secara praktis dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data, seperti dalam pengembangan program intervensi atau kebijakan pendidikan dan kesehatan, dengan mempertimbangkan keterkaitan antarvariabel yang relevan. Sedangkan dalam interpretasi hasil penelitian, integrasi temuan korelasional dalam diskusi ilmiah membantu memperkuat narasi empiris dan memposisikan hasil penelitian dalam kerangka literatur yang ada. Interpretasi korelasi secara umum didasarkan pada tiga indikator utama (Hu et al., 2020; Mowbray, 1941; Pearson, 1931; Tjøstheim et al., 2022): (1) nilai signifikansi statistik (*p-value*) untuk menilai apakah hubungan yang ditemukan bersifat kebetulan atau tidak, (2) kekuatan hubungan berdasarkan nilai koefisien korelasi (tidak ada hubungan ($r = 0$), lemah ($0,1 \leq r < 0,3$), sedang ($0,3 \leq r < 0,5$), atau kuat ($r \geq 0,5$)), dan (3) arah hubungan, yaitu positif (kedua variabel bergerak searah) atau negatif (berlawanan arah).

Korelasi juga berperan signifikan dalam validasi konstruk, terutama dalam analisis reliabilitas internal melalui korelasi antar-item atau korelasi item-total. Korelasi yang tinggi antarkomponen instrumen mengindikasikan konsistensi internal yang baik, sedangkan korelasi negatif atau sangat rendah dapat menunjukkan adanya item yang tidak sejalan dengan konstruk yang diukur (Yan et al., 2010). Namun refleksi kritis diperlukan untuk menentukan kapan uji korelasi dianggap memadai dan kapan harus dilanjutkan dengan analisis statistik lanjutan seperti *regresi linear*, *path analysis*, atau *structural equation modeling*

(SEM) (Subhaktiyasa, 2024). Uji korelasi dinilai cukup ketika tujuan analisis hanya untuk mengetahui kekuatan dan arah asosiasi antara dua variabel tanpa menguji pengaruh atau prediksi. Sebaliknya, jika penelitian bertujuan menjelaskan arah hubungan, menguji pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen, atau mengembangkan model kausal yang kompleks, maka diperlukan analisis lebih lanjut (Yan et al., 2010).

Korelasi hanya menunjukkan adanya hubungan atau keterkaitan antara dua variabel tanpa menunjukkan pengaruh, sehingga tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan adanya hubungan kausal. Sayangnya dalam praktiknya, sering kali interpretasi hasil korelasi disalahartikan sebagai bentuk pengaruh atau sebab-akibat, padahal pernyataan seperti “mempengaruhi” atau “menyebabkan” hanya dapat didukung oleh analisis regresi linier atau teknik statistik inferensial lainnya yang berbasis model kausal (Holland, 1986; Kline, 2016). Regresi linier memungkinkan peneliti untuk menguji seberapa besar suatu variabel independen dapat memprediksi variabel dependen, serta mengidentifikasi arah dan kekuatan pengaruhnya (Jammalamadaka, 2003). Jika tujuan penelitian mencakup prediksi, identifikasi variabel mediasi atau moderasi, atau pengujian hubungan kausal antarvariabel, maka korelasi tidak lagi memadai secara metodologis.

KESIMPULAN

Artikel ini bertujuan untuk memberikan analisis kritis dan komprehensif terhadap penggunaan uji korelasi dalam penelitian kuantitatif, dengan fokus pada aspek validitas metodologis dan ketepatan interpretasi hasil. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa uji korelasi, baik parametrik maupun non-parametrik, merupakan teknik dasar yang bermanfaat untuk mengidentifikasi kekuatan dan arah hubungan antarvariabel, tetapi tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan kausal ataupun efek prediktif. Oleh karena itu, pemahaman yang tepat mengenai konsep, asumsi, jenis uji korelasi, dan batasan interpretatif menjadi penting agar tidak terjadi kesalahan logika atau inferensi dalam pelaporan hasil. Artikel ini menegaskan pentingnya membedakan antara korelasi dan kausalitas, serta merekomendasikan penggunaan metode analisis lanjutan seperti regresi atau *structural equation*

modeling (SEM) dalam studi yang bertujuan menguji pengaruh atau membangun model prediktif. Temuan ini berkontribusi dalam meningkatkan literasi statistik dan mendukung desain analisis yang valid, dan bermakna secara teoretis maupun aplikatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- Bonett, D. G. (2020). Point-biserial correlation: Interval estimation, hypothesis testing, meta-analysis, and sample size determination. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 73(S1), 113–144. <https://doi.org/10.1111/bmsp.12189>
- Bush, A. J., Rakow, E. A., & Gallimore, D. N. (1980). A Comment on Correctly Calculating Higher Order Semipartial Correlations. *Journal of Educational Statistics*, 5(1), 105–108. <https://doi.org/10.3102/10769986005001105>
- Busk, P. L. (2014). Causal-Comparative Study. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, 1–2. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat06191>
- Carter-Snell, C. (2004). Correlation is not Causation. *Canadian Journal of Emergency Nursing*, 27(1), 24–26. <https://doi.org/10.29173/cjen312>
- Chung, L., & Marden, J. I. (1991). Use of nonnull models for rank statistics in bivariate, two-sample, and analysis of variance problems. *Journal of the American Statistical Association*, 86(413), 188–200. <https://doi.org/10.1080/01621459.1991.10475019>
- Chung, Y. (2016). A Review of Nonparametric Statistics for Applied Research. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 41(4), 455–458. <https://doi.org/10.3102/1076998616640744>
- de Mast, J., Steiner, S. H., Nuijten, W. P. M., & Kapitan, D. (2023). Analytical Problem Solving Based on Causal, Correlational

- and Deductive Models. *American Statistician*, 77(1), 51–61. <https://doi.org/10.1080/00031305.2021.2023633>
- Deane, C. E., Carlson, L. G., Cunningham, C. J., Doak, P., Kielland, K., & Breed, G. A. (2025). Accurately Estimating Correlations Between Demographic Parameters: A Response to Riecke Et al. (2024). *Ecology and Evolution*, 15(2). <https://doi.org/10.1002/ece3.71004>
- Devroop, K. (2000). *Correlation versus Causation: Another Look at a Common Misinterpretation*. <https://eric.ed.gov/?id=ED445078>
- Edwards, J. R. (2020). The Peaceful Coexistence of Ethics and Quantitative Research. *Journal of Business Ethics*, 167(1), 31–40. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04197-6>
- Friendly, M. (2002). Corrggrams: Exploratory displays for correlatigon matrices. *American Statistician*, 56(4), 316–324. <https://doi.org/10.1198/000313002533>
- García-Pérez, M. A. (2025). Are alternative variables in a set differently associated with a target variable? Statistical tests and practical advice for dealing with dependent correlations. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 78(1), 112–140. <https://doi.org/10.1111/bmsp.12354>
- Gershman, S. J., & Ullman, T. D. (2023). Causal implicatures from correlational statements. *PLoS ONE*, 18(5 May), e0286067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286067>
- González, I., Déjean, S., Martin, P. G. P., & Baccini, A. (2008). CCA: An R package to extend canonical correlation analysis. *Journal of Statistical Software*, 23(12), 1–14. <https://doi.org/10.18637/jss.v023.i12>
- Grønneberg, S., & Foldnes, N. (2022). Factor Analyzing Ordinal Items Requires Substantive Knowledge of Response Marginals. *Psychological Methods*, 29(1), 65–87. <https://doi.org/10.1037/met0000495>
- Grosz, M. P. (2023). Should researchers make causal inferences and recommendations for practice on the basis of nonexperimental studies? *Educational Psychology Review*, 35(2), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09777-7>
- Hamaker, E. L. (2024). The Curious Case of the Cross-Sectional Correlation. *Multivariate Behavioral Research*, 59(6), 1111–1122. <https://doi.org/10.1080/00273171.2022.2155930>
- Holland, P. W. (1986). Statistics and causal inference. *Journal of the American Statistical Association*, 81(396), 945–960. <https://doi.org/10.1080/01621459.1986.10478354>
- Hu, X., Jung, A., & Qin, G. (2020). Interval Estimation for the Correlation Coefficient. *American Statistician*, 74(1), 29–36. <https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1437077>
- Ives, K. H., & Gibbons, J. D. (1967). A Correlation Measure for Nominal Data. *American Statistician*, 21(5), 16–17. <https://doi.org/10.1080/00031305.1967.10479848>
- Jammalamadaka, S. R. (2003). Introduction to Linear Regression Analysis. *The American Statistician*, 57(1), 67–67. <https://doi.org/10.1198/tas.2003.s211>
- Janse, R. J., Hoekstra, T., Jager, K. J., Zoccali, C., Tripepi, G., Dekker, F. W., & Van Diepen, M. (2021). Conducting correlation analysis: Important limitations and pitfalls. *Clinical Kidney Journal*, 14(11), 2332–2337. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfab085>
- Johansson, L.-G., Banitz, T., Grimm, V., Hertz, T., Lindkvist, E., Martínez Peña, R., Radosavljevic, S., Ylikoski, P., & Schlüter, M. (2024). *Causal Relations and Causal Relata in Science* (pp. 43–55). Springer Nature (Netherlands). https://doi.org/10.1007/978-3-031-59135-8_5
- Kafadar, K. (2021). Editorial: Statistical significance, p-values, and replicability. *Annals of Applied Statistics*, 15(3), 1081–1083. <https://doi.org/10.1214/21-AOAS1500>
- Kauermann, G., Küchenhoff, H., & Heumann, C. (2021). *Experiments and Causality* (pp. 321–346). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69827-0_12
- Kline, B. (2016). Identification of the Direction of a Causal Effect by Instrumental Variables. *Journal of Business and Economic Statistics*, 34(2), 176–184. <https://doi.org/10.1080/07350015.2015.1097777>

- 21925
- Kraemer, H. C. (1980). Robustness of the Distribution Theory of the Product Moment Correlation Coefficient. *Journal of Educational Statistics*, 5(2), 115–128. <https://doi.org/10.3102/10769986005002115>
- Kraemer, H. C. (2006). Correlation coefficients in medical research: From product moment correlation to the odds ratio. *Statistical Methods in Medical Research*, 15(6), 525–545. <https://doi.org/10.1177/0962280206070650>
- Kraus, S., Breier, M., Lim, W. M., Dabić, M., Kumar, S., Kanbach, D., Mukherjee, D., Corvello, V., Piñeiro-Chousa, J., Liguori, E., Palacios-Marqués, D., Schiavone, F., Ferraris, A., Fernandes, C., & Ferreira, J. J. (2022). Literature reviews as independent studies: guidelines for academic practice. *Review of Managerial Science*, 16(8), 2577–2595. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00588-8>
- Li, J. J., Zhou, H. J., Bickel, P. J., & Tong, X. (2024). Dissecting Gene Expression Heterogeneity: Generalized Pearson Correlation Squares and the K-Lines Clustering Algorithm. *Journal of the American Statistical Association*, 119(548), 2450–2463. <https://doi.org/10.1080/01621459.2024.2342639>
- Ling, R. F., & Kenny, D. A. (1982). Correlation and Causation. *Journal of the American Statistical Association*, 77(378), 489. <https://doi.org/10.2307/2287275>
- Mowbray, A. H. (1941). Observation on Correlation Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 36(214), 248–252. <https://doi.org/10.1080/01621459.1941.10501750>
- Pearson, E. S. (1931). The Test of Significance for the Correlation Coefficient. *Journal of the American Statistical Association*, 26(174), 128–134. <https://doi.org/10.1080/01621459.1931.10503208>
- Raulin, M. L., & Graziano, A. M. (2019). Quasi-Experiments and Correlational Studies. In *Companion Encyclopedia of Psychology* (pp. 1122–1141). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315542072-29>
- Schober, P., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Seifert, C. M., Harrington, M., Michal, A. L., & Shah, P. (2022). Causal theory error in college students' understanding of science studies. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 7(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00347-5>
- Shao, K., Elahi Shirvan, M., & Alamer, A. (2022). How Accurate Is Your Correlation? Different Methods Derive Different Results and Different Interpretations. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.901412>
- Shatz, I. (2024). Assumption-checking rather than (just) testing: The importance of visualization and effect size in statistical diagnostics. *Behavior Research Methods*, 56(2), 826–845. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02072-x>
- Shieh, G. (2021). Improved procedures and computer programs for equivalence assessment of correlation coefficients. *PLoS ONE*, 16(5 May 2021). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252323>
- Simons-Morton, B. (2017). Driving in search of analyses. *Statistics in Medicine*, 36(24), 3763–3771. <https://doi.org/10.1002/sim.7404>
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). PLS-SEM for Multivariate Analysis: A Practical Guide to Educational Research using SmartPLS. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 4(3). <https://doi.org/10.35877/454RI.eduline2861>
- Tjøstheim, D., Otneim, H., & Støve, B. (2022). Statistical Dependence: Beyond Pearson's ρ . *Statistical Science*, 37(1), 90–109. <https://doi.org/10.1214/21-STS823>
- Tong, C. (2019). Statistical Inference Enables Bad Science; Statistical Thinking Enables Good Science. *American Statistician*, 73(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/01621459.2019.1608888>

- 73(sup1), 246–261.
<https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1518264>
- van den Heuvel, E., & Zhan, Z. (2022). Myths About Linear and Monotonic Associations: Pearson's r , Spearman's ρ , and Kendall's τ . *American Statistician*, 76(1), 44–52.
<https://doi.org/10.1080/00031305.2021.2004922>
- VanderWeele, T. J., Mathur, M. B., & Chen, Y. (2020). Outcome-Wide Longitudinal Designs for Causal Inference: A New Template for Empirical Studies. *Statistical Science*, 35(3), 437–466.
<https://doi.org/10.1214/19-STS728>
- Wang, L., Tang, X., Zhang, J., & Guan, D. (2018). Correlation analysis for exploring multivariate data sets. *IEEE Access*, 6, 44235–44243.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2864685>
- Weidlich, J., Hicks, B., & Drachsler, H. (2024). Causal reasoning with causal graphs in educational technology research. *Educational Technology Research and Development*, 72(5), 2499–2517.
<https://doi.org/10.1007/s11423-023-10241-0>
- Wilcox, R. R. (2016). Comparing dependent robust correlations. *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 69(3), 215–224.
<https://doi.org/10.1111/bmsp.12069>
- Willems, G., Joe, H., & Zamar, R. (2009). Diagnosing multivariate outliers detected by robust estimators. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 18(1), 73–91.
<https://doi.org/10.1198/jcgs.2009.0005>
- Xiong, C., Schindler, S. E., Henson, R. L., Wolk, D. A., Shaw, L. M., Agboola, F., Morris, J. C., Lu, R., & Luo, J. (2024). Correlational analyses of biomarkers that are harmonized through a bridging study due to measurement errors. *Statistical Methods in Medical Research*, 33(2), 185–202.
<https://doi.org/10.1177/09622802231215810>
- Yan, M., Alejandro, G. D. V., Hui, Z., & Tu, X. M. (2010). A U-statistics-based approach for modeling Cronbach coefficient alpha within a longitudinal data setting. *Statistics in Medicine*, 29(6), 659–670.