

**ANALISIS KEBERLANJUTAN EKONOMI BIRU DAN
KETAHANAN PANGAN BERBASIS IKLIM:
PERAN MODERASI KUALITAS INSTITUSI
DI NEGARA ANGGOTA BRICS**



Diajukan oleh Moh Shadam Taqiyyuddin Azka

24918004

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU EKONOMI
FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMIKA
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA 2026**

**ANALISIS KEBERLANJUTAN EKONOMI BIRU DAN KETAHANAN
PANGAN BERBASIS IKLIM: PERAN MODERASI KUALITAS
INSTITUSI DI NEGARA ANGGOTA BRICS**

Tesis S-2 Program Ilmu Ekonomi



Diajukan oleh Moh Shadam Taqiyyuddin Azka

24918004

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU EKONOMI
FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMIKA
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA 2026**

BERITA ACARA UJIAN TESIS

Pada hari Jumat tanggal 29 Mei 2026 Program Studi Ilmu Ekonomi Program Magister, Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia telah mengadakan ujian tesis yang disusun oleh :

MOH SHADAM TAQIYUDDIN AZKA

No. Mhs. : 24918004

Konsentrasi : Ekonomi dan Keuangan Syariah

Dengan Judul:

**ANALISIS KEBERLANJUTAN EKONOMI BIRU DAN KETAHANAN
PANGAN BERBASIS IKLIM: PERAN MODERASI KUALITAS
INSTITUSI DI NEGARA ANGGOTA BRICS**

Berdasarkan penilaian yang diberikan oleh Tim
Penguji, maka tesis tersebut dinyatakan **LULUS**

Penguji I



Drs. Akhsyim Afandi, M.A., Ph.D.

Penguji II



Drs. Achmad Tohirin, M.A., Ph.D.

Mengetahui

Ketua Program Studi,

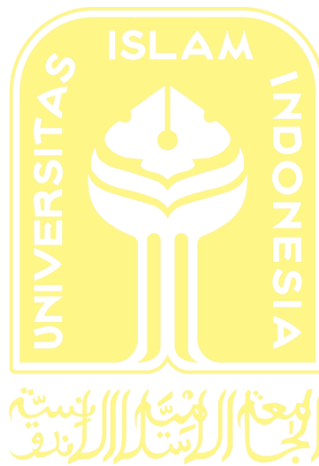


Prof. Drs. Agus Widarjono, M.A., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

ANALISIS KEBERLANJUTAN EKONOMI BIRU DAN KETAHANAN
PANGAN BERBASIS IKLIM: PERAN MODERASI KUALITAS INSTITUSI
DI NEGARA ANGGOTA BRICS



Yogyakarta, 29 Mei 2026

Telah diterima dan disetujui dengan baik oleh :

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'A' followed by a checkmark.

Drs. Akhsyim Afandi, M.A., Ph.D.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

“Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apa pun sesuai peraturan yang berlaku”.

Yogyakarta, 29 Mei 2026



Moh Shadam Taqiyyuddin Azka

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya. Karya ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa dan dukungan tiada henti dalam setiap perjalanan hidup penulis. Terima kasih atas segala ketulusan dan perjuangan yang menjadi sumber kekuatan dalam menyelesaikan studi ini.

Tesis ini juga penulis persembahkan kepada adik-adik tercinta, para guru dan dosen yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta inspirasi yang berharga. Secara khusus kepada Bapak Drs. Akhsyim Afandi, M.A., Ph.D. selaku dosen pembimbing, Bapak Drs. Achmad Tohirin, M.A., Ph.D. selaku dosen penguji, dan Bapak Prof. Agus Widarjono, S.E., M.A., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Ekonomi atas arahan, masukan, dan dukungan selama proses studi dan penyusunan tesis ini.

Karya ini juga penulis persembahkan kepada sahabat, rekan seperjuangan, serta seluruh pihak yang telah memberikan doa dan dukungan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan menjadi bagian kecil dari kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

"Urip iku nguripi sekitare. Ojo lali ngaji lan ngopi"

(Hidup itu menghidupi sekitarnya. Jangan lupa ngaji dan ngopi).

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “*Analisis Keberlanjutan Ekonomi Biru dan Ketahanan Pangan Berbasis Iklim: Peran Moderasi Kualitas Institusi di Negara Anggota BRICS*”. Salawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia menuju peradaban yang penuh ilmu pengetahuan, kemajuan, dan nilai-nilai kemanusiaan.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Ekonomi pada Program Studi Magister Ilmu Ekonomi, Fakultas Bisnis dan Ekonomika, Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya tantangan global terkait perubahan iklim, ketahanan pangan, dan keberlanjutan sumber daya kelautan yang semakin kompleks, khususnya di negara-negara berkembang dan *emerging economies* seperti BRICS. Berangkat dari hal tersebut, penelitian ini berupaya menganalisis keterkaitan antara ekonomi biru berkelanjutan dan ketahanan pangan berbasis iklim dengan menempatkan kualitas institusi sebagai faktor moderasi yang berperan penting dalam mendukung efektivitas kebijakan pembangunan berkelanjutan. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan kontribusi akademik maupun praktis dalam pengembangan kajian ekonomi pembangunan berkelanjutan serta menjadi referensi bagi perumusan kebijakan di bidang ekonomi biru dan ketahanan pangan.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Drs. Akhsyim Afandi, M.A., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Drs. Achmad Tohirin, M.A., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi penyempurnaan penelitian ini. Selain itu, penulis juga menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Bapak Prof. Agus Widarjono, S.E., M.A., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Ekonomi atas dukungan akademik dan ilmu yang diberikan selama masa studi. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan civitas akademika Program Magister Ilmu Ekonomi, Fakultas Bisnis dan Ekonomika, Universitas Islam Indonesia atas ilmu, pengalaman, dan dedikasi yang telah diberikan.

Secara khusus, penulis mempersembahkan rasa terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua atas segala dukungan moral maupun material yang tidak pernah berhenti. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada adik-adik tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan motivasi selama proses studi dan penyusunan tesis. Penulis juga menyampaikan penghargaan yang mendalam kepada para guru dan seluruh pihak yang telah menjadi sumber inspirasi, memberikan ilmu pengetahuan, nilai kehidupan, serta membentuk karakter penulis hingga mampu berada pada tahap ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun

sangat diharapkan guna penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang ekonomi pembangunan berkelanjutan, ekonomi biru, dan ketahanan pangan berbasis iklim.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 29 Mei 2026



Moh Shadam Taqyyuddin Azka

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
BERITA ACARA UJIAN TESIS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang	17
1.2 Rumusan Masalah	29
1.3 Tujuan Penelitian.....	34
1.4 Manfaat Penelitian.....	35
1.5 Sistematika Penulisan.....	37
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	40

2.1. Landasan Teori	40
2.2. Penelitian Terdahulu.....	50
2.3. Hipotesis Penelitian	53
BAB III METODE PENELITIAN	58
3.1 Populasi dan Sampel	58
3.2 Variabel Operasional.....	59
3.3 Metode Pengumpulan Data	71
3.4 Teknik Analisis Data	72
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....	78
4.1 Pendahuluan	78
4.2 Analisis Deskriptif.....	79
4.3 Hasil Penelitian.....	81
4.4 Pembahasan	90
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	107
5.1 Kesimpulan.....	107
5.2 Implikasi dan Saran	110
DAFTAR REFERENSI	113
LAMPIRAN.....	127

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Persentase populasi dan Produk Domestik Bruto di negara BRICS.....	20
Tabel III.1 Definisi Operasional Variabel Penelitian	68
Tabel IV.1 Statistik Deskriptif	80
Tabel IV.2 Uji Multikolinearitas Persamaan 1	82
Tabel IV.3 Uji Multikolinearitas Persamaan 2.....	83
Tabel IV.4 Uji Diagnostik Model Persamaan 1	84
Tabel IV.5 Uji Diagnostik Model Persamaan 2	85
Tabel IV.6 Hasil Estimasi GMM Persamaan 1	86
Tabel IV.7 Hasil Estimasi GMM Persamaan 2	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Rata-rata indeks keberlanjutan ekonomi biru negara BRICS	21
Gambar I.2. Rata-rata indeks ketahanan pangan negara BRICS.....	22
Gambar II.1 Kerangka Berpikir Penelitian	54
Gambar II.2. Kerangka Hipotesis Penelitian	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penelitian Terdahulu	127
Lampiran 2. Hasil Analisis Penelitian.....	142

ABSTRAK

Perubahan iklim, degradasi ekosistem laut, dan tekanan demografis global telah memperumit upaya pencapaian ketahanan pangan, terutama di *emerging economies* dengan ketergantungan tinggi pada sumber daya alam. Pada kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan berbasis iklim dengan menekankan peran moderasi kualitas institusi di negara-negara anggota BRICS. Penelitian ini menggunakan data panel periode 2012–2024. Pendekatan ekonometrika panel dinamis *Generalized Method of Moments* diterapkan untuk mengatasi endogenitas, dinamika temporal, dan heterogenitas tak teramati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi karbon, energi terbarukan, dan ekonomi sirkular biru berpengaruh negatif terhadap keberlanjutan ekonomi biru, sedangkan pengembangan teknologi berpengaruh positif. Selain itu, efektivitas pemerintahan memperkuat pengaruh negatif ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru, sementara kualitas regulasi mampu memperlemah dampak negatif tersebut. Pada model ketahanan pangan, keberlanjutan ekonomi biru dan pembentukan modal tetap bruto terbukti menurunkan prevalensi *undernourishment*, sedangkan emisi karbon, energi terbarukan, pertumbuhan penduduk, dan paparan risiko iklim meningkatkan prevalensi *undernourishment*. Hasil moderasi menunjukkan bahwa efektivitas pemerintahan memperkuat dampak negatif risiko iklim terhadap ketahanan pangan, sedangkan kualitas regulasi mampu memperlemah pengaruh tersebut. Penelitian ini memberikan kontribusi empiris dengan mengintegrasikan keberlanjutan ekonomi biru, ketahanan pangan, dan kualitas institusional, serta perspektif teori pembangunan berkelanjutan dan *maqashid al-syariah* dalam satu kerangka analisis dinamis. Penelitian ini mengindikasikan pentingnya penguatan kualitas regulasi, pengembangan teknologi hijau, investasi produktif, serta integrasi kebijakan ekonomi biru dan ketahanan pangan dalam mendukung pembangunan berkelanjutan di tengah tekanan perubahan iklim global.

Kata Kunci: Keberlanjutan ekonomi biru; Ketahanan pangan; Kualitas institusional; Teori pembangunan berkelanjutan; *Maqashid al-syariah*

ABSTRACT

Climate change, the degradation of marine ecosystems, and global demographic pressures have complicated efforts to achieve food security, particularly in emerging economies that depend heavily on natural resources. Against this backdrop, this study aims to analyze blue economy sustainability and climate-resilient food security, with a focus on the moderating role of institutional quality in BRICS member states. This study utilizes panel data from the period 2012–2024. The System Generalized Method of Moments dynamic panel econometric approach is applied to address endogeneity, temporal dynamics, and unobserved heterogeneity. The results indicate that carbon emissions, renewable energy, and the blue circular economy negatively affect blue economic sustainability, whilst technological development positively affects it. Furthermore, government effectiveness amplifies the negative impact of the blue circular economy on blue economic sustainability, whilst regulatory quality mitigates this negative effect. In the food security model, blue economic sustainability and gross fixed capital formation were found to reduce the prevalence of undernourishment, whereas carbon emissions, renewable energy, population growth, and exposure to climate risks increased of. Moderation results indicate that government effectiveness amplifies the negative impact of climate risk on food security, whilst regulatory quality mitigates this effect. This study makes an empirical contribution by integrating blue economy sustainability, food security, and institutional quality, alongside perspectives from sustainable development theory and maqashid al-sharia, within a single dynamic analytical framework. This study highlights the importance of strengthening regulatory quality, developing green technology, making productive investments, and integrating blue economy and food security policies to support sustainable development amidst the pressures of global climate change.

Keywords: *Blue economy sustainability; Food security; Institutional quality; Sustainable development theory; Maqashid al-Sharia*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi pertanian modern telah memperluas frontier produktivitas dan memperkuat stabilitas pasokan pangan global, terutama di negara berkembang. Bukti tersebut dapat dilihat melalui peningkatan hasil, efisiensi input, serta kapasitas adaptasi terhadap tekanan agroekologis (Domínguez-Hernández dkk., 2022; Findiastuti dkk., 2017). Data dari Food and Agriculture Organization (FAO) pada 2018 mencerminkan bahwa di level agregat, produksi pangan dunia mencapai 9,751 miliar ton (FAO, 2019).

Menurut Food and Agriculture Organization, ketahanan pangan adalah kondisi ketika seluruh masyarakat memiliki akses secara fisik, sosial maupun ekonomi terhadap pangan yang cukup, aman, bergizi, serta sesuai dengan kebutuhan dan preferensi konsumsi mereka, sehingga dapat menjalani kehidupan yang aktif dan sehat (Alabi & Ngwenyama, 2023; FAO, 2025; Holland, 2020). Namun, narasi kemajuan produksi ini semakin tidak memadai untuk menjelaskan dinamika ketahanan pangan kontemporer. Sebab perkembangan teknologi juga memperkuat perubahan iklim, degradasi sumber daya alam, dan tekanan lingkungan. Tindakan tersebut secara simultan mengganggu keberlanjutan produksi, menekan pendapatan rumah tangga, dan memperlebar jurang akses pangan (IPCC, 2019; Myers dkk., 2017). Laporan *WFP's Global Outlook for 2026* menunjukkan bahwa jumlah penduduk yang menghadapi kerawanan pangan akut meningkat sekitar 20% sejak 2020. Artinya kapasitas produksi belum otomatis

bertransformasi menjadi perbaikan akses dan keterjangkauan pangan (World Food Programme, 2025).

Di sisi lain, degradasi lahan akibat praktik produksi dan tata kelola agrifood yang tidak berkelanjutan kini menjadi penekan struktural bagi produktivitas pertanian dan ketahanan pangan (FAO, 2019; Ramankutty dkk., 2018). FAO (2025) menegaskan bahwa ekspansi pertanian masih menjadi pendorong utama deforestasi global yang mencapai hampir 90% kehilangan hutan. Alhasil, strategi ketahanan pangan berbasis perluasan lahan semakin tidak kompatibel dengan agenda stabilitas ekosistem. Berangkat dari keadaan daratan yang semakin memburuk, diversifikasi sumber pangan ke sistem perairan menjadi relevan karena ruang daratan makin mahal secara ekologis. Selain itu, lautan menutupi 71% permukaan bumi dan membentuk biosfer terbesar, menyediakan basis produksi pangan biru (perikanan–akuakultur) sekaligus jasa regulasi iklim (Kathijotes, 2013).

Secara global, kontribusi ekonomi laut sangat signifikan. OECD memperkirakan nilai ekonomi laut mencapai sekitar US\$1,5 triliun per tahun dan diproyeksikan meningkat lebih dari empat kali lipat pada 2030 (Ridzuan dkk., 2022). Sekitar sepertiga nilai tersebut berasal dari minyak dan gas lepas pantai, sementara dua pertiga lainnya berasal dari pariwisata pesisir, perdagangan maritim, dan infrastruktur pelabuhan (MIDA, 2021). Menurut World Bank, ekonomi biru adalah pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kesejahteraan dan lapangan kerja, serta menjaga kesehatan ekosistem laut (Germond-Duret, 2022). Pada titik inilah ekonomi biru memperoleh relevansi strategis. Ekonomi biru dapat memperluas

pasokan protein akuatik, memperkuat mata pencaharian pesisir, dan meningkatkan resiliensi sistem pangan di negara kepulauan. Ditambah, berpotensi menjadi lapisan penyangga ketika sistem pangan darat mengalami tekanan beruntun akibat iklim dan konflik (Febrina dkk., 2025).

Meski demikian, supaya ekonomi biru bisa menjadi penyangga ketahanan pangan, pengembangannya perlu menautkan pertumbuhan dengan pemerataan manfaat komunitas dan integritas ekosistem (Nayak, 2024; World Ocean Initiative, 2020). Contohnya, kontribusi sektor akuakultur terhadap gizi dan pengurangan kemiskinan bersifat kontekstual dan bergantung pada desain kebijakan, tata kelola, dan distribusi akses (Béné dkk., 2015; Campbell dkk., 2017). Sementara perlindungan ekosistem pesisir seperti padang lamun dapat memperkuat ketahanan pangan bahkan iklim melalui peningkatan penyerapan dan penyimpanan karbon (Pires Manso dkk., 2023).

Berangkat dari keterbatasan ekologis daratan yang mendorong urgensi diversifikasi sumber pangan menuju sistem perairan dan ekonomi biru sebagai penyangga ketahanan pangan-iklim, pemilihan negara anggota BRICS menjadi masuk akal. Kelompok ini merepresentasikan titik temu antara tekanan lingkungan, kebutuhan pangan skala besar, dan kapasitas transformasi struktural. Anggota BRICS dikategorikan sebagai klaster *emerging economies* dengan bobot demografis dan ekonomi yang dominan, karena mencakup hampir separuh populasi global dan sekitar dua perlima *output* ekonomi dunia pada tahun 2025 (lihat tabel I.1) (World Bank, 2025).

BRICS saat ini merepresentasikan sekitar 49% populasi dunia dan 23% perdagangan internasional, sehingga menjadikannya aktor utama dalam menentukan arah permintaan pangan, perdagangan komoditas, dan investasi global (Banco Central do Brasil, 2026). Pada tahun 2024, perekonomian BRICS secara kolektif tumbuh 4%, sedangkan pertumbuhan ekonomi dunia berada pada level 3,3%. Selain itu, data IMF menunjukkan bahwa BRICS menyumbang sekitar 40% dari total perekonomian global berdasarkan ukuran *Purchasing Power Parity* (PPP) pada 2024 (Mayara Souto, 2025). Sedangkan di tahun 2025 mencapai sekitar 41% (International Monetary Fund, 2026).

Tabel I.1. Persentase populasi dan Produk Domestik Bruto (PDB)
di negara BRICS

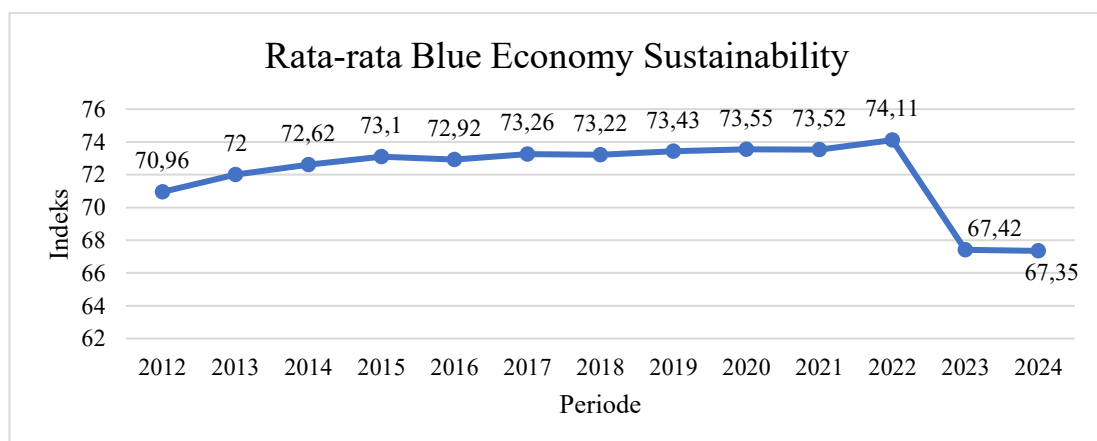
Tahun	Populasi	PDB (PPP)
2020	42%	32.1%
2021	42%	32.8%
2022	42%	35.6%
2023	46%	37.8%
2024	48%	40.0%
2025	49%	41.0%

Sumber: International Monetary Fund (2026)

Selain itu, pertimbangan lain dalam pemilihan negara BRICS dapat dilihat dari potensi perekonomian laut yang cukup baik. Sebagian besar anggota BRICS seperti China, India, Indonesia, Brasil, dan Afrika Selatan merupakan negara dengan wilayah pesisir luas, akses strategis terhadap jalur maritim, serta kepemilikan sumber daya laut yang unggul. Gambar I.1 menunjukkan bahwa rata-rata indeks keberlanjutan ekonomi biru negara-negara BRICS cenderung mengalami peningkatan yang relatif stabil sepanjang periode 2012–2022. Hasil tersebut mencerminkan adanya kemajuan bertahap dalam adopsi kebijakan

ekonomi biru, pengelolaan sumber daya laut, serta integrasi agenda keberlanjutan ke dalam strategi pembangunan nasional.

Meskipun tampak pula penurunan tajam indeks pada periode 2023–2024, keadaan itu menunjukkan adanya guncangan struktural yang kemungkinan dipicu oleh intensifikasi risiko iklim, ketidakstabilan ekonomi global, serta tekanan terhadap kapasitas institusional dalam menjaga konsistensi kebijakan keberlanjutan. Kondisi ini dapat dimanfaatkan untuk menguji bagaimana strategi ketahanan pangan dapat beralih dari ekspansi lahan menuju pemanfaatan sumber daya perairan berkelanjutan (Bagci dkk., 2025; Ozturk, 2015). Lebih dari itu, kerja sama BRICS dalam sains, teknologi, dan perdagangan pertanian memiliki potensi besar untuk menstabilkan pasokan pangan global (Ren dkk., 2020). Dengan demikian, keadaan tersebut memungkinkan analisis yang relevan secara global mengenai bagaimana ekonomi biru, inovasi teknologi, dan kerja sama antar negara dapat diorkestrasikan untuk menjawab tantangan ketahanan pangan (Alam dkk., 2025; Balsalobre-Lorente dkk., 2019; Ren dkk., 2020).

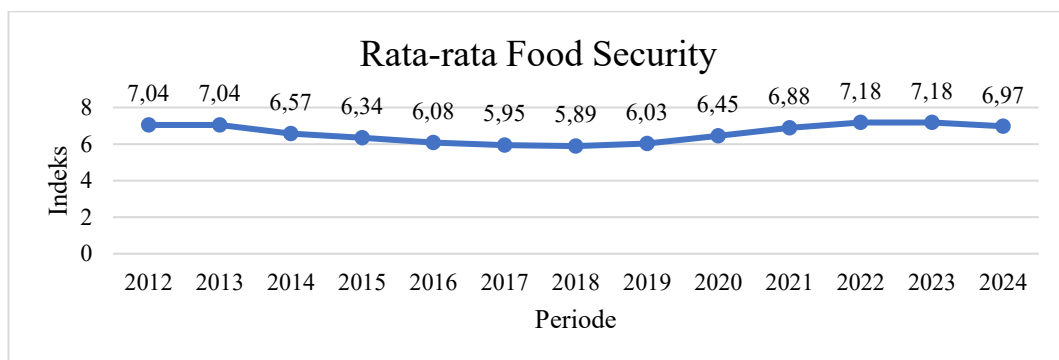


Gambar I.1. Rata-rata indeks keberlanjutan ekonomi biru negara BRICS

Sumber: United Nations Environment Programme, (2025)

Fakta lain pemilihan anggota BRICS sebagai kajian penelitian ini dapat dianalisis melalui Gambar I.2 yang merepresentasikan *Prevalence of Undernourishment (PoU)* sebagai indikator ketahanan pangan.¹ Berdasarkan grafik tersebut, rata-rata PoU anggota BRICS menurun secara bertahap sepanjang 2013–2018 yang mengindikasikan perbaikan kondisi ketahanan pangan agregat pada periode tersebut. Namun, tren ini berbalik setelah 2019 dengan peningkatan PoU hingga mencapai puncaknya pada 2022–2023, sebelum kembali sedikit menurun pada 2024.

Pola ini mengindikasikan bahwa guncangan seperti pandemi, intensifikasi risiko iklim, disrupsi rantai pasok pangan global, serta tekanan ekonomi telah memperbesar kerentanan pangan meskipun kapasitas produksi dan teknologi pertanian terus berkembang. Solusi yang efektif perlu menuntut atensi berskala global dalam peningkatan produksi. Temuan data PoU menjadikan pemilihan negara BRICS semakin menarik untuk dijadikan sebagai subjek penelitian.



Gambar I.2. Rata-rata indeks ketahanan pangan negara BRICS

Sumber: Food and Agriculture Organization, (2025)

¹ *Prevalence of Undernourishment (PoU)* adalah persentase penduduk yang mengalami kekurangan gizi sehingga kenaikan nilai indeks justru mencerminkan memburuknya ketahanan pangan, sedangkan penurunan nilai menunjukkan perbaikan akses dan kecukupan pangan.

Ekonomi biru memang menjanjikan peningkatan produktivitas perikanan, pariwisata pesisir, dan energi terbarukan berbasis laut, tetapi di negara BRICS terbentuk konfigurasi struktural yang kompleks. Hal tersebut ditandai oleh skala kebutuhan pangan besar, tekanan lingkungan pesisir, dinamika makroekonomi, dan transisi energi yang tidak seragam (Eikeset dkk., 2018). Negara BRICS memiliki peran yang signifikan. Kawasan ini menjadi produsen utama perikanan tangkap dan akuakultur dunia. Kontribusi tersebut menjadikan negara-negara BRICS sebagai aktor kunci dalam menjaga pasokan pangan laut global. Peran dominan ini tidak hanya berdampak pada ketahanan pangan nasional, tetapi juga memengaruhi stabilitas harga dan keberlanjutan sumber daya perikanan internasional.

Bila dilihat dari teori pembangunan keberlanjutan sebagai Agenda 2030 yang diadopsi oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tahun 2015. Agenda tersebut mencakup 17 tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) yang dirancang untuk menjawab berbagai tantangan multidimensional dunia, termasuk isu ketahanan pangan. Secara konseptual, pembangunan berkelanjutan berlandaskan prinsip sosial, ekonomi, dan lingkungan yang saling terintegrasi (Alatorre dkk., 2025; Bossel, 1999). Melalui agenda ini, negara-negara di dunia berkomitmen untuk menghapus kemiskinan, melindungi keberlanjutan planet, serta memastikan terciptanya kesejahteraan dan perdamaian bagi seluruh masyarakat. Secara pengertian klasiknya, pembangunan berkelanjutan dijelaskan sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya (Brundtland, 1989; Shi dkk., 2019).

Berangkat dari kerangka konseptual tersebut, keberlanjutan ekonomi biru dapat dipahami sebagai salah satu pendekatan strategis yang mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam memperkuat ketahanan pangan. Secara operasional, implementasi keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan dalam penelitian ini berorientasi pada empat dari tujuh belas tujuan SDGs. Pertama, tujuan kesembilan SDGs (industri, inovasi, dan teknologi) diwakilkan dengan variabel pengembangan teknologi dan pembentukan modal tetap bruto yang mencerminkan kapasitas inovatif sektor kelautan (Liu dkk., 2022; Spalding, 2016). Kedua, tujuan kesebelas SDGs (kota dan komunitas berkelanjutan) diproksikan dengan variabel pertumbuhan penduduk sebagai indikator tekanan demografis terhadap sumber daya pesisir (Febrina dkk., 2025).

Ketiga, tujuan duabelas SDGs (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab) diukur melalui variabel ekonomi sirkular biru yang mengintegrasikan prinsip efisiensi sumber daya dalam rantai nilai kelautan (Geissdoerfer dkk., 2017; Lee dkk., 2020; Pauliuk, 2018). Terakhir, tujuan ketigabelas SDGs (tindakan iklim) dioperasionalkan melalui variabel emisi karbon, pengembangan energi terbarukan, dan indeks paparan risiko iklim yang secara kolektif menggambarkan dimensi keberlanjutan lingkungan dalam sistem produksi pangan berbasis laut (Kathijotes, 2013; Yates dkk., 2015; Bennett dkk., 2019; Lee dkk., 2020; Pires Manso dkk., 2023).

Di samping keempat dimensi tersebut, kualitas tata kelola kelembagaan merupakan faktor determinan yang memegang peranan krusial dalam keberhasilan implementasi keberlanjutan ekonomi biru. Efektivitas program tersebut secara

substansial ditentukan oleh kapasitas institusional dalam merumuskan regulasi yang adaptif, mengalokasikan sumber daya secara efisien, serta mengoordinasikan seluruh pemangku kepentingan yang terlibat dalam ekosistem ekonomi biru demi menjamin ketahanan pangan secara berkelanjutan (Bennett dkk., 2019; Oyelami dkk., 2023a). Pada kerangka teori pembangunan berkelanjutan, dimensi kelembagaan ini sejalan dengan SDG ke-16 (perdamaian, keadilan, dan kelembagaan kuat) yang dioperasionalkan melalui dua indikator, yakni efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi (Febrina dkk., 2025; Shah, 2022). Kedua indikator tersebut secara konseptual mencerminkan kemampuan negara dalam menciptakan lingkungan tata kelola yang kondusif bagi pengembangan ekonomi biru yang inklusif dan berkelanjutan.

Beberapa kajian sebelumnya menunjukkan bahwa kinerja ekonomi biru dipengaruhi oleh kualitas lingkungan, transisi energi, kemajuan teknologi, dan investasi (Aimon dkk., 2021; Bose, 2022; Ebarvia, 2016; Eikeset dkk., 2018; Febrina dkk., 2025; Karimi dkk., 2025; Kathijotes, 2013; World Ocean Initiative, 2020). Hasil tersebut menjelaskan bahwa polusi dan degradasi ekosistem laut secara signifikan menghambat produktivitas sektor perikanan, pariwisata pesisir, serta energi terbarukan berbasis laut. Sementara ekosistem yang sehat berperan sebagai fondasi utama keberlanjutan ekonomi biru.

Studi lain menegaskan bahwa energi terbarukan mampu meningkatkan produktivitas sektor maritim, memitigasi dampak lingkungan, sekaligus menjadi sarana pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil (Febrina dkk., 2025; Hakim dkk., 2025; Hammar dkk., 2012; Kurmanov dkk., 2025; Pires Manso dkk.,

2023; Yates dkk., 2015). Bukti tambahan menunjukkan bahwa pergeseran dari batu bara menuju energi surya dan sumber terbarukan lainnya berdampak pada penurunan emisi dan perbaikan kualitas lingkungan laut (Aimon dkk., 2021; Kurniadi dkk., 2024). Kemajuan teknologi maritim seperti sistem pemantauan berbasis data, sensor bawah air, dan inovasi digital juga mampu meningkatkan efisiensi operasional ekosistem laut (Kurniadi dkk., 2024; Samad & Abbasi, 2022; Sethi dkk., 2024; Vedachalam dkk., 2019).

Sementara itu, investasi memainkan langkah dalam menyediakan modal bagi infrastruktur, adopsi teknologi, dan pengelolaan sumber daya laut berkelanjutan (Appiah dkk., 2023; Ebarvia, 2016; Spalding, 2016). Ketersediaan modal memungkinkan peningkatan kapasitas pelabuhan, sarana logistik laut, serta fasilitas pendukung perikanan dan pariwisata pesisir. Selain itu, investasi mendorong adopsi teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan di sektor kelautan. Investasi juga berperan dalam memperkuat tata kelola dan pengelolaan sumber daya laut secara berkelanjutan. Dukungan pendanaan memungkinkan penerapan kebijakan konservasi, pengawasan aktivitas maritim, serta rehabilitasi ekosistem pesisir dan laut.

Adapun temuan lain menunjukkan bahwa ekonomi sirkular biru semakin dipandang sebagai pendekatan strategis untuk meningkatkan keberlanjutan ekonomi biru. Hal tersebut dilakukan melalui pengurangan limbah, efisiensi sumber daya, dan pemanfaatan kembali material dalam sektor perikanan, akuakultur, dan industri pesisir (Geissdoerfer dkk., 2017; Lee dkk., 2020; Pauliuk, 2018). Temuan lain memperlihatkan bahwa praktik sirkular di sektor kelautan mampu menekan

tekanan ekologis dan meningkatkan kinerja keberlanjutan ekonomi biru, terutama di negara berkembang dan *emerging economies* dengan intensitas eksploitasi sumber daya laut yang tinggi (Bennett dkk., 2019; Calisto Friant dkk., 2020). Sebaliknya, efektivitas ekonomi sirkular biru dalam mendorong keberlanjutan ekonomi biru bergantung pada kualitas institusi, karena kualitas institusional menentukan konsistensi regulasi, penegakan hukum lingkungan, dan penciptaan insentif bagi adopsi praktik sirkular, sehingga berperan sebagai moderasi (Abell dkk., 1992; Aguilera dkk., 2018; Aoki, 2011; Li & Abiad, 2021).

Pada dimensi ketahanan pangan, paparan risiko iklim terbukti meningkatkan kerentanan sistem pangan melalui gangguan produksi, distribusi, dan stabilitas harga, terutama di negara-negara BRICS yang menghadapi frekuensi kejadian iklim ekstrem dan tekanan demografis tinggi (IPCC, 2023; Myers dkk., 2017). Sejumlah studi menunjukkan bahwa peningkatan paparan risiko iklim secara signifikan memperburuk indikator ketahanan pangan, baik melalui penurunan ketersediaan pangan maupun akses ekonomi rumah tangga (Hallegatte dkk., 2019; Porter dkk., 2015). Peran kualitas institusional kembali menjadi krusial, karena kapasitas pemerintahan dan kualitas regulasi menentukan kemampuan negara dalam mengelola risiko iklim melalui kebijakan adaptasi, perlindungan sosial, dan stabilisasi sistem pangan (Béné dkk., 2019; Cinner dkk., 2018).

Kerangka pembangunan berkelanjutan yang dioperasionisasikan melalui tujuan SDGs sebagaimana diuraikan di atas memberikan fondasi empiris yang komprehensif dalam mengukur keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan. Namun, pendekatan tersebut dipandang belum sepenuhnya mengakomodasi

dimensi nilai dan moralitas yang menjadi landasan normatif dalam sistem perekonomian berkeadilan. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan kerangka *maqashid al-syariah* sebagai landasan filosofis yang melengkapi pendekatan pembangunan berkelanjutan (Mustofa dkk., 2025).

Secara etimologis, *maqashid al-syariah* berarti tujuan syariat Islam yang oleh para ulama *ushul fiqh* klasik dirumuskan sebagai upaya perlindungan terhadap lima elemen pokok kehidupan manusia (*al-kulliyyāt al-khams*), yakni perlindungan terhadap agama (*ḥifẓ al-dīn*), jiwa (*ḥifẓ al-nafs*), akal (*ḥifẓ al-'aql*), keturunan (*ḥifẓ al-nasl*), dan harta (*ḥifẓ al-māl*) (Ashafa, 2025; Tumiran dkk., 2025). Pada penelitian ini, pencapaian ketahanan pangan dan keberlanjutan ekonomi biru secara inheren bersinggungan dengan dua elemen fundamental *maqashid al-syariah*, yaitu perlindungan jiwa dan perlindungan harta. Perlindungan jiwa menuntut terpenuhinya kebutuhan pangan yang cukup, bergizi, dan berkelanjutan bagi seluruh lapisan masyarakat, sementara perlindungan harta mengisyaratkan pengelolaan sumber daya ekonomi termasuk kelautan secara produktif, adil, dan bertanggung jawab lintas generasi (Muttaqin, 2025). Dengan demikian, integrasi *maqashid al-syariah* dalam penelitian ini bukan sekadar ornamen normatif, melainkan kerangka nilai substantif dalam memperkuat urgensi keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, ruang lingkup penelitian ini disusun dalam dua dimensi utama. Pertama, penelitian menganalisis determinan keberlanjutan ekonomi biru melalui pengujian pengaruh emisi karbon, energi terbarukan, pengembangan teknologi, dan ekonomi sirkular biru terhadap

keberlanjutan ekonomi biru. Kedua, penelitian ini menganalisis determinan ketahanan pangan dengan menempatkan keberlanjutan ekonomi biru sebagai variabel utama, disertai variabel ekonomi dan sosial lainnya, yaitu emisi karbon, energi terbarukan, pembentukan modal tetap bruto, pertumbuhan penduduk, serta paparan risiko iklim. Selain pengaruh langsung, penelitian ini juga memperluas analisis dengan memasukkan kualitas institusional sebagai variabel moderasi yang direpresentasikan oleh efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pembangunan model empiris terintegrasi yang menghubungkan determinan keberlanjutan ekonomi biru sekaligus ketahanan pangan dalam satu kerangka analisis. Selain itu, juga memasukkan kualitas institusional sebagai variabel moderasi. Studi sebelumnya umumnya menguji hubungan antarvariabel tersebut secara terpisah. Penelitian ini mengisi kesenjangan literatur dengan menunjukkan bahwa keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan merupakan dua agenda yang saling berkaitan, serta keberhasilannya sangat bergantung pada kualitas tata kelola pemerintahan dan regulasi publik.

1.2 Rumusan Masalah

Pembangunan berkelanjutan telah menjadi agenda strategis global yang tidak hanya menekankan pertumbuhan ekonomi, tetapi juga keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial secara simultan, sebagaimana tercermin dalam Agenda 2030 PBB yang memuat 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Pada kerangka tersebut, keberlanjutan ekonomi biru dipandang sebagai salah satu

pendekatan strategis yang mendukung pencapaian SDGs, khususnya SDG ke-9 (industri, inovasi, dan teknologi), SDG ke-11 (kota dan komunitas berkelanjutan), SDG ke-12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab), dan SDG ke-13 (tindakan iklim), sekaligus berperan penting dalam memperkuat ketahanan pangan global. Secara konseptual, keberlanjutan ekonomi biru mengupayakan optimalisasi pemanfaatan sumber daya kelautan tanpa mengabaikan kelestarian ekosistem, sejalan dengan prinsip dasar pembangunan berkelanjutan yang memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang.

Ketahanan pangan hingga saat ini masih menjadi tantangan krusial yang dihadapi banyak negara, terutama di tengah meningkatnya tekanan perubahan iklim, pertumbuhan populasi, degradasi lingkungan, serta ketidakstabilan ekonomi global. Berbagai studi sebelumnya menunjukkan bahwa keberlanjutan ekonomi biru memiliki keterkaitan erat dengan peningkatan ketahanan pangan, karena ekosistem laut dan pesisir yang sehat merupakan fondasi utama bagi ketersediaan, aksesibilitas, dan stabilitas pasokan pangan berbasis sumber daya kelautan. Namun demikian, hubungan tersebut tidak bersifat sederhana, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor struktural yang saling berinteraksi.

Bila dilihat dari sisi determinan keberlanjutan ekonomi biru, sejumlah kajian empiris menunjukkan bahwa polusi dan degradasi ekosistem laut yang tercermin dalam tingginya emisi karbon secara signifikan menghambat produktivitas sektor perikanan, pariwisata pesisir, dan energi terbarukan berbasis laut, sehingga memberi dasar argumentasi bahwa emisi karbon berpengaruh negatif terhadap

keberlanjutan ekonomi biru. Di sisi lain, meskipun energi terbarukan secara teoritis mampu memitigasi dampak lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil di sektor maritim, namun proses transisi energi dalam jangka pendek masih menanggung biaya adaptasi tinggi dan keterbatasan kesiapan infrastruktur. Alhasil pengaruhnya terhadap keberlanjutan ekonomi biru dalam jangka pendek belum tentu bersifat positif. Kemajuan teknologi maritim seperti sistem pemantauan berbasis data, sensor bawah air, dan inovasi digital terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional ekosistem laut, sehingga pengembangan teknologi diargumentasikan berpengaruh positif terhadap keberlanjutan ekonomi biru. Sementara itu, ekonomi sirkular biru yang mengintegrasikan prinsip efisiensi sumber daya dalam rantai nilai kelautan dipandang sebagai pendekatan strategis untuk meningkatkan keberlanjutan ekonomi biru, meskipun efektivitasnya sangat bergantung pada kematangan implementasi dan kualitas tata kelola institusional yang menyertainya.

Pada variabel ketahanan pangan, keberlanjutan ekonomi biru yang kuat diyakini berkontribusi pada ketersediaan dan stabilitas pasokan pangan dari sumber daya laut dan pesisir, sehingga berpengaruh positif terhadap ketahanan pangan. Emisi karbon yang tinggi dan paparan risiko iklim terbukti memperburuk indikator ketahanan pangan melalui gangguan produksi, distribusi, dan stabilitas harga pangan. Investasi produktif yang tercermin melalui pembentukan modal tetap bruto berperan dalam menyediakan modal bagi infrastruktur, adopsi teknologi, dan pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan sehingga diargumentasikan mampu memperkuat ketahanan pangan. Pertumbuhan penduduk yang tinggi menciptakan

tekanan permintaan pangan yang melampaui kapasitas produksi, sehingga berpotensi memperburuk kondisi ketahanan pangan terutama di negara berkembang.

Pada seluruh variabel tersebut, kualitas institusional yang dioperasionalkan melalui efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi memainkan peran moderasi yang krusial. Kapasitas institusional dalam merumuskan regulasi adaptif, mengalokasikan sumber daya secara efisien, serta mengoordinasikan seluruh pemangku kepentingan menentukan sejauh mana implementasi keberlanjutan ekonomi biru dan kebijakan adaptasi iklim mampu menghasilkan dampak optimal terhadap ketahanan pangan. Efektivitas ekonomi sirkular biru dalam mendorong keberlanjutan ekonomi biru bergantung pada konsistensi regulasi dan penegakan hukum lingkungan. Sementara itu, kemampuan negara dalam mengelola risiko iklim melalui kebijakan adaptasi dan stabilisasi sistem pangan sangat ditentukan oleh kualitas tata kelola pemerintahan dan regulasi publik.

Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu masih didominasi oleh pendekatan pembangunan berkelanjutan yang bersifat sekuler dan antroposentris, sehingga belum sepenuhnya mengintegrasikan dimensi nilai dan moralitas sebagai landasan normatif dalam pembangunan ekonomi. Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan perspektif *maqashid al-syariah* sebagai kerangka nilai substantif yang melengkapi pendekatan pembangunan berkelanjutan. Pencapaian ketahanan pangan dan keberlanjutan ekonomi biru secara inheren bersinggungan dengan perlindungan jiwa yang menuntut

terpenuhinya kebutuhan pangan cukup, bergizi, dan berkelanjutan. Kemudian perlindungan harta yang mengisyaratkan pengelolaan sumber daya kelautan secara produktif, adil, dan bertanggung jawab lintas generasi. Berdasarkan rangkaian argumentasi teoritis dan empiris tersebut, penelitian ini merumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh emisi karbon terhadap keberlanjutan ekonomi biru?
2. Bagaimana pengaruh energi terbarukan terhadap keberlanjutan ekonomi biru?
3. Bagaimana pengaruh pengembangan teknologi terhadap keberlanjutan ekonomi biru?
4. Bagaimana pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru?
5. Bagaimana pengaruh keberlanjutan ekonomi biru terhadap ketahanan pangan?
6. Bagaimana pengaruh emisi karbon terhadap ketahanan pangan?
7. Bagaimana pengaruh energi terbarukan terhadap ketahanan pangan?
8. Bagaimana pengaruh pembentukan modal tetap bruto terhadap ketahanan pangan?
9. Bagaimana pengaruh pertumbuhan penduduk terhadap ketahanan pangan?
10. Bagaimana pengaruh paparan risiko iklim terhadap ketahanan pangan?
11. Bagaimana pengaruh kualitas institusional yang direpresentasikan oleh efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi memoderasi hubungan antara ekonomi sirkular biru dan keberlanjutan ekonomi biru?

12. Bagaimana pengaruh kualitas institusional yang direpresentasikan oleh efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi memoderasi hubungan antara paparan risiko iklim dan ketahanan pangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai determinan keberlanjutan ekonomi biru terhadap ketahanan pangan dalam kerangka pembangunan berkelanjutan. Secara lebih spesifik, penelitian ini mengkaji peran emisi karbon, energi terbarukan, pengembangan teknologi, ekonomi sirkular biru, keberlanjutan ekonomi biru, pembentukan modal tetap bruto, pertumbuhan penduduk, paparan risiko iklim, serta kualitas institusional terhadap ketahanan pangan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memperkaya literatur akademik dengan mengintegrasikan perspektif *maqashid al-syariah* sebagai landasan normatif dalam memahami hubungan antara keberlanjutan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat secara lebih komprehensif dan berkelanjutan. Adapun secara rinci tujuan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh energi terbarukan terhadap keberlanjutan ekonomi biru.
2. Menganalisis pengaruh pengembangan teknologi terhadap keberlanjutan ekonomi biru.
3. Menganalisis pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru.
4. Menganalisis pengaruh keberlanjutan ekonomi biru terhadap ketahanan pangan.

5. Menganalisis pengaruh emisi karbon terhadap ketahanan pangan.
6. Menganalisis pengaruh energi terbarukan terhadap ketahanan pangan.
7. Menganalisis pengaruh pembentukan modal tetap bruto terhadap ketahanan pangan.
8. Menganalisis pengaruh pertumbuhan penduduk terhadap ketahanan pangan.
9. Menganalisis pengaruh paparan risiko iklim terhadap ketahanan pangan.
10. Menganalisis peran moderasi kualitas institusional yang direpresentasikan oleh efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi dalam hubungan antara ekonomi sirkular biru dan keberlanjutan ekonomi biru.
11. Menganalisis peran moderasi kualitas institusional yang direpresentasikan oleh efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi dalam hubungan antara paparan risiko iklim dan ketahanan pangan.
12. Menganalisis pengaruh emisi karbon terhadap keberlanjutan ekonomi biru.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi yang signifikan baik secara teoretis maupun praktis dalam pengembangan kajian keberlanjutan ekonomi biru, ketahanan pangan, dan tata kelola institusional di tengah tantangan perubahan iklim global. Secara umum, hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi rujukan akademik dan kebijakan dalam merumuskan strategi pembangunan ekonomi biru yang berkelanjutan, adaptif terhadap risiko iklim, serta berorientasi pada penguatan ketahanan pangan jangka panjang.

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini memperkaya khazanah literatur ekonomi pembangunan dan ekonomi lingkungan dengan mengintegrasikan konsep keberlanjutan ekonomi biru, ketahanan pangan, dan paparan risiko iklim dalam satu kerangka analitis yang komprehensif. Kontribusi utama terletak pada pengujian peran kualitas institusional, khususnya efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi sebagai variabel moderasi yang menjelaskan bagaimana kapasitas institusional memengaruhi efektivitas ekonomi sirkular biru dan mitigasi risiko iklim. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memperkuat pengembangan teori pembangunan berkelanjutan dalam ranah ekonomi kelautan dan sistem pangan.

2. Manfaat Metodologis

Penelitian ini memberikan kontribusi metodologis melalui penerapan pendekatan empiris berbasis data panel lintas negara dan model ekonometrika yang mampu menangkap hubungan langsung maupun moderasi antarvariabel. Pendekatan ini diharapkan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam mengkaji isu keberlanjutan, ekonomi biru, dan ketahanan pangan dengan mempertimbangkan heterogenitas institusional dan dinamika risiko iklim.

3. Manfaat Praktis dan Kebijakan

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan strategis bagi pemerintah dan pembuat kebijakan dalam merumuskan kebijakan ekonomi biru yang berkelanjutan dan berbasis bukti. Temuan terkait peran energi terbarukan, pembangunan teknologi, ekonomi sirkular, serta kualitas institusi dapat digunakan untuk merancang kebijakan yang lebih terintegrasi antara sektor kelautan, lingkungan, dan pangan. Selain itu, pemahaman mengenai peran moderasi kualitas

institusi terhadap risiko iklim diharapkan membantu pemerintah dalam meningkatkan efektivitas kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim guna memperkuat ketahanan pangan nasional.

4. Manfaat bagi Pemangku Kepentingan dan Akademisi

Bagi akademisi dan peneliti, penelitian ini menyediakan landasan empiris dan konseptual untuk pengembangan riset lanjutan di bidang ekonomi biru dan ketahanan pangan berbasis iklim. Bagi pemangku kepentingan, termasuk sektor swasta dan organisasi pembangunan, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan investasi berkelanjutan, pengembangan teknologi adaptif, dan penguatan rantai pasok pangan laut yang resilien terhadap perubahan iklim.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disusun untuk memberikan alur pembahasan yang sistematis, logis, dan terintegrasi dalam mengkaji hubungan antara keberlanjutan ekonomi biru, risiko iklim, ketahanan pangan, serta peran kualitas institusi. Adapun sistematika penulisan penelitian ini sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian yang menjelaskan urgensi kajian keberlanjutan ekonomi biru y dalam konteks perubahan iklim dan ketahanan pangan global. Bab ini juga memuat identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai kerangka awal penelitian.

2. Bab II Tinjauan Pustaka dan Kerangka Teoretis

Bab ini membahas landasan teori yang relevan dengan penelitian, meliputi konsep keberlanjutan ekonomi biru, ketahanan pangan, emisi karbon, energi terbarukan, pembangunan teknologi, ekonomi sirkular, risiko iklim, serta kualitas institusi. Selain itu, bab ini mengulas penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian untuk mengidentifikasi celah riset (*research gap*). Pada bagian akhir, disajikan kerangka pemikiran konseptual dan perumusan hipotesis penelitian.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan desain dan pendekatan penelitian yang digunakan, termasuk jenis dan sumber data, definisi operasional variabel, serta metode pengukuran masing-masing variabel. Bab ini juga menguraikan model empiris dan teknik analisis yang digunakan untuk menguji hubungan antarvariabel, termasuk pengujian peran moderasi kualitas institusional, serta prosedur pengujian asumsi dan validitas model.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil analisis empiris berdasarkan model yang telah dirumuskan, meliputi hasil estimasi, uji signifikansi, dan interpretasi temuan penelitian. Pembahasan dilakukan dengan mengaitkan hasil empiris dengan kerangka teoretis dan temuan penelitian terdahulu, sehingga memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai pengaruh faktor lingkungan, ekonomi, dan institusional terhadap keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan.

5. Bab V Kesimpulan dan Implikasi Kebijakan

Bab ini merangkum temuan utama penelitian sebagai jawaban atas rumusan masalah dan tujuan penelitian. Selain itu, bab ini menguraikan implikasi kebijakan yang relevan bagi pengembangan ekonomi biru berkelanjutan dan penguatan ketahanan pangan berbasis iklim. Bab ini juga menyajikan keterbatasan penelitian serta rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

Melalui sistematika tersebut, tesis ini diharapkan mampu menyajikan analisis yang komprehensif, koheren, dan relevan baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun perumusan kebijakan pembangunan berkelanjutan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

Teori pembangunan berkelanjutan berkembang sebagai respons terhadap model pembangunan konvensional yang berorientasi pada pertumbuhan ekonomi semata tanpa mempertimbangkan keterbatasan sumber daya alam dan keberlanjutan lingkungan (Alatorre dkk., 2025; Bossel, 1999). Konsep ini mulai memperoleh perhatian global sejak publikasi laporan *The Limits to Growth* pada tahun 1972 yang menyoroti ancaman eksploitasi sumber daya terhadap keberlangsungan kehidupan manusia (Shi dkk., 2019). Perkembangannya kemudian dipertegas melalui laporan *Our Common Future* oleh World Commission on Environment and Development yang mendefinisikan pembangunan berkelanjutan sebagai pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya sendiri (Fayez, 2024). Melalui kerangka tersebut, pembangunan berkelanjutan menekankan keseimbangan antara dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan sebagai fondasi utama pembangunan global (Mensah, 2019).

Konsep pembangunan berkelanjutan kemudian diinstitusionalisasikan secara global melalui *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang terdiri atas tujuh belas tujuan pembangunan dunia. SDGs tidak hanya menempatkan pertumbuhan ekonomi sebagai target pembangunan, tetapi juga mengintegrasikan aspek perlindungan lingkungan, efisiensi sumber daya, ketahanan pangan, serta

penguatan tata kelola kelembagaan dalam satu kerangka kebijakan yang saling terhubung. Pada pembahasan tersebut, keberlanjutan ekonomi biru dipahami sebagai pendekatan pembangunan berbasis kelautan yang mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan sumber daya laut secara efisien, inklusif, dan berorientasi jangka panjang (Bennett dkk., 2019).

Menurut sudut pandang Islam, konsep pembangunan berkelanjutan memiliki keterkaitan erat dengan *maqashid al-syariah* yang menempatkan kemaslahatan manusia sebagai tujuan utama pembangunan (Mustofa dkk., 2025). Prinsip *maqashid al-syariah* menekankan pentingnya menjaga keberlangsungan kehidupan, keseimbangan sosial, dan perlindungan sumber daya bagi generasi mendatang (Tumiran dkk., 2025). Salah satunya adalah pemanfaatan sumber daya laut yang memperhatikan keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat. Tindakan tersebut sejalan dengan nilai kemaslahatan dalam Islam. *Maqashid al-syariah* memberikan dasar normatif terhadap implementasi pembangunan berkelanjutan yang tidak hanya berorientasi pada pertumbuhan ekonomi, tetapi juga pada perlindungan lingkungan dan ketahanan pangan secara berkelanjutan.

Berangkat dari kerangka konseptual tersebut, keberlanjutan ekonomi biru dapat dipahami sebagai salah satu pendekatan strategis yang mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam memperkuat ketahanan pangan. Secara operasional, implementasi keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan dalam penelitian ini berorientasi pada beberapa tujuan utama SDGs. Tujuan kesembilan SDGs (*industry, innovation, and infrastructure*) direpresentasikan melalui variabel pengembangan teknologi dan pembentukan

modal tetap bruto yang mencerminkan kapasitas inovasi dan pembangunan infrastruktur sektor kelautan (Liu dkk., 2022; Spalding, 2016). Pengembangan teknologi memungkinkan peningkatan efisiensi produksi dan pengelolaan sumber daya laut secara lebih berkelanjutan, sedangkan pembentukan modal tetap bruto mencerminkan kapasitas investasi jangka panjang dalam mendukung produktivitas sektor maritim. Oleh karena itu, kedua variabel tersebut dipandang mampu memperkuat keberlanjutan ekonomi biru melalui peningkatan kapasitas produksi yang lebih efisien dan berorientasi jangka panjang.

Selanjutnya, tujuan kesebelas SDGs (*sustainable cities and communities*) dioperasionalkan melalui variabel pertumbuhan penduduk sebagai indikator tekanan demografis terhadap sumber daya pesisir dan pangan berbasis laut (Febrina dkk., 2025). Pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi meningkatkan kebutuhan pangan, energi, dan ruang pemanfaatan wilayah pesisir, sehingga berpotensi memperbesar tekanan terhadap daya dukung lingkungan laut. Pada pembangunan berkelanjutan, peningkatan tekanan demografis tanpa pengelolaan yang memadai dapat mengurangi keberlanjutan ekonomi biru dan mengancam stabilitas ketahanan pangan jangka panjang.

Pada dimensi konsumsi dan produksi berkelanjutan, tujuan duabelas SDGs (*responsible consumption and production*) direpresentasikan melalui variabel ekonomi sirkular biru. Variabel ini mengintegrasikan prinsip efisiensi sumber daya, pengurangan limbah, dan optimalisasi penggunaan material dalam rantai nilai kelautan (Geissdoerfer dkk., 2017b; Liu dkk., 2022; Pauliuk, 2018). Penerapan ekonomi sirkular biru memungkinkan aktivitas ekonomi maritim tetap berlangsung

tanpa memperbesar kerusakan ekosistem laut karena sumber daya dimanfaatkan secara lebih efisien dan berulang. Dengan demikian, ekonomi sirkular biru dipandang sebagai instrumen penting dalam memperkuat keberlanjutan ekonomi maritim sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Adapun tujuan ketigabelas SDGs (*climate action*) dioperasionalkan melalui variabel emisi karbon, energi terbarukan, dan indeks paparan risiko iklim yang secara kolektif menggambarkan dimensi keberlanjutan lingkungan dalam sistem produksi pangan berbasis laut (Bennett dkk., 2019; Kathijotes, 2013; Lee dkk., 2020; Pires Manso dkk., 2023; Yates dkk., 2015). Emisi karbon mencerminkan tekanan ekologis yang dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan laut dan penurunan produktivitas ekosistem maritim, sehingga secara teoritis diprediksi menurunkan keberlanjutan ekonomi biru. Sebaliknya, pengembangan energi terbarukan dipandang mampu mendukung transisi menuju sistem ekonomi rendah karbon yang lebih ramah lingkungan. Sementara itu, indeks paparan risiko iklim menunjukkan tingkat kerentanan sistem pangan dan ekosistem laut terhadap perubahan iklim yang dapat mengganggu keberlanjutan produksi pangan berbasis kelautan.

Di samping keempat dimensi tersebut, kualitas tata kelola kelembagaan merupakan faktor determinan yang memegang peranan krusial dalam keberhasilan implementasi keberlanjutan ekonomi biru. Efektivitas program pembangunan berkelanjutan secara substansial ditentukan oleh kapasitas institusional dalam merumuskan regulasi yang adaptif, mengalokasikan sumber daya secara efisien, serta mengoordinasikan seluruh pemangku kepentingan yang terlibat dalam

ekosistem ekonomi biru demi menjamin ketahanan pangan secara berkelanjutan (Bennett dkk., 2019; Oyelami dkk., 2023a). Pada kerangka teori pembangunan berkelanjutan, dimensi kelembagaan tersebut sejalan dengan tujuan keenambelas SDGs (*peace, justice, and strong institutions*) yang dioperasionisasikan melalui indikator efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi (Febrina dkk., 2025; Shah, 2022). Kedua indikator tersebut secara konseptual mencerminkan kemampuan negara dalam menciptakan tata kelola yang kondusif bagi pengembangan ekonomi biru yang inklusif, efisien, dan berkelanjutan.

Keberlanjutan ekonomi biru pada dasarnya merepresentasikan transformasi paradigma pembangunan berkelanjutan yang menggeser fungsi sistem kelautan dari sekadar sumber eksploitasi ekonomi menuju fondasi ekologis bagi kesejahteraan jangka panjang. Melalui kerangka ini, aktivitas ekonomi maritim tidak lagi dinilai hanya dari kontribusinya terhadap output, melainkan dari kemampuannya beroperasi dalam batas daya dukung ekosistem dan menjaga keberlanjutan antar-generasi (Mensah, 2019). Pendekatan ini memperluas konsep ekonomi biru generasi awal yang berorientasi ekspansi sektor maritim, dengan mengintegrasikan dimensi keberlanjutan ekosistem, keadilan sosial, dan efisiensi ekonomi ke dalam satu kerangka kebijakan yang koheren (Bennett dkk., 2019).

Peran pengembangan teknologi dalam keberlanjutan ekonomi biru sangat penting. Bila dilihat dari teori pembangunan berkelanjutan pada tujuan kesembilan SDGs (*industry, innovation, and infrastructure*), inovasi teknologi mampu mendorong produktivitas sektor kelautan tanpa memperbesar tekanan ekosistem (Romer, 1990; Tomashuk & Baldynyuk, 2023 Yuan & Zhang, 2024). Hal ini

terlihat melalui penggunaan teknologi pemantauan degradasi ekosistem. Oleh karena itu, kemajuan teknologi yang berorientasi lingkungan secara konsep meningkatkan keberlanjutan ekonomi biru (Elston dkk., 2024; Romer, 1990).

Pada kerangka teori pembangunan berkelanjutan, emisi karbon didefinisikan sebagai proses pelepasan senyawa karbon ke lingkungan. Sesuai dengan tujuan ketiga belas SDGs (*climate Action*), emisi karbon menimbulkan tekanan lingkungan yang mengganggu fungsi ekologis laut melalui peningkatan suhu permukaan dan pengasaman laut. Gangguan tersebut menurunkan produktivitas perikanan, merusak habitat pesisir, serta mengurangi jasa ekosistem laut. Secara teoritis, peningkatan emisi karbon diprediksi menurunkan keberlanjutan ekonomi biru (Hoegh-Guldberg & Bruno, 2010; Rhoden, 2025; Rockström dkk., 2009).

Sebaliknya, energi terbarukan dipaparkan sebagai media peralihan ke ekonomi rendah karbon, sehingga pertumbuhan ekonomi dapat berjalan tanpa merusak lingkungan (Alatorre dkk., 2025; Mensah, 2019). Secara pengertian, energi terbarukan merujuk pada penggunaan, produksi, atau kontribusi energi dari sumber daya alam yang dapat diperbarui secara alami dan berkelanjutan. Bila dilihat dalam kerangka kerja tujuan ketigabelas SDGs (*climate action*), pemanfaatan energi terbarukan terutama di sektor pelabuhan, transportasi laut, perikanan, dan akuakultur dapat menurunkan intensitas emisi karbon (Manso dkk., 2023). Dengan demikian, energi terbarukan memperkecil *trade-off* antara pertumbuhan ekonomi maritim dan perlindungan ekosistem laut, sehingga memperkuat keberlanjutan ekonomi biru (Barbier, 2012; Wang dkk., 2024).

Selanjutnya, keberlanjutan ekonomi biru juga tidak terlepas dari penerapan sistem ekonomi sirkular. Sistem tersebut diambil dari tujuan keduabelas SDGs (*responsible consumption and production*) sehingga menciptakan ekonomi biru yang mampu memanfaatkan sumber daya laut secara efisien tanpa merusak ekosistem (Geissdoerfer dkk., 2017; Cheng & Xu, 2021; Mignacca dkk., 2025). Penerapan prinsip sirkular dalam ekonomi biru secara teoritis memperkuat keberlanjutan ekonomi maritim dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (Korhonen dkk., 2018). Ekonomi sirkular biru dipandang sebagai instrumen penting dalam memperkuat keberlanjutan ekonomi maritim sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Di sisi lain, kualitas institusional yang direpresentasikan oleh efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi turut berdampak pada keberlanjutan ekonomi biru melalui peran moderasinya terhadap ekonomi sirkular biru. Menurut Barbier dan Burgess (2021), kualitas institusional adalah konsep luas yang mencakup hukum, hak individu, regulasi pemerintah, dan penyediaan layanan publik yang membentuk lingkungan kelembagaan suatu negara. Hal tersebut didasarkan pada kerangka tujuan keenambelas SDGs (*peace, justice, and strong institutions*) (Shah, 2022). Teori pembangunan berkelanjutan juga menekankan bahwa keberhasilan pengelolaan lingkungan dan risiko iklim sangat ditentukan oleh kapasitas institusi dalam merancang kebijakan, mengoordinasikan lintas sektor, serta menegakkan regulasi (Lemos & Agrawal, 2006; Partelow dkk., 2020).

Berdasarkan integrasi kerangka pembangunan berkelanjutan, *maqashid al-syariah*, dan tujuan-tujuan SDGs tersebut, keberlanjutan ekonomi biru dipahami

sebagai hasil interaksi antara dimensi lingkungan, inovasi teknologi, efisiensi sumber daya, serta kualitas tata kelola kelembagaan. Oleh karena itu, formulasi teoritis diperlukan untuk menjelaskan hubungan antarvariabel secara empiris. Adapun model konseptual penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BES = f(CE_{-}, RE_{+}, TD_{+}, CBE_{+}, CBE_IQ1_{+}, CBE_IQ2_{+})$$

Selanjutnya, pembahasan mengenai keberlanjutan ekonomi biru tidak bisa lepas dari persoalan ketahanan pangan. Pada kerangka penelitian sebelumnya, berbagai faktor yang mendukung terciptanya keberlanjutan pengelolaan sumber daya laut akan dapat menjamin stabilitas produksi pangan. Menurut Food and Agriculture Organization (FAO), ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya ketergantungan, akses, pemanfaatan, dan stabilitas pangan secara berkelanjutan (Holland, 2020; FAO, 2025). Chin (2020) menekankan bahwa keamanan pangan merefleksikan stabilitas pasokan pangan yang sehat bagi masyarakat sehingga dapat dilihat melalui *Prevalence of Undernourishment (PoU)* sebagai indikatornya.

Pengaruh energi terbarukan, emisi karbon, dan keberlanjutan ekonomi biru dijelaskan melalui teori pembangunan berkelanjutan pada tujuan ketiga belas SDGs (*climate action*). Emisi karbon yang tinggi dapat meningkatkan suhu global, memperbesar risiko perubahan iklim, serta mengganggu produktivitas sektor perikanan dan kelautan sehingga mengganggu ketahanan pangan (Edoja dkk., 2016; Kumar dkk., 2015; Sonwani & Saxena, 2022; Valin dkk., 2013). Sebaliknya, penggunaan energi terbarukan dipandang mampu menekan intensitas emisi dan mendukung transisi menuju sistem produksi pangan yang lebih ramah lingkungan. Sementara itu, keberlanjutan ekonomi biru mencerminkan pengelolaan sumber

daya laut secara efisien dan berkelanjutan sehingga mampu menjaga stabilitas produksi pangan berbasis kelautan dalam jangka panjang (Hussain dkk., 2018; Kah & Raimi, 2022; Ningsih dkk., 2024; Saba dkk., 2024; Siti Aisyah dkk., 2025).

Adapun peran pembentukan modal tetap bruto dijelaskan pada tujuan kesembilan SDGs. Pada kerangka teori pembangunan berkelanjutan, investasi pada aset produktif dipandang sebagai instrumen penting untuk meningkatkan efisiensi sistem produksi dan distribusi pangan secara berkelanjutan. Stupnikova dan Sukhadolets (2019) menjelaskan bahwa pembentukan modal tetap bruto merupakan proses akumulasi modal dan perubahan struktural ekonomi melalui perolehan aset tetap baru maupun lama oleh sektor rumah tangga, bisnis, dan pemerintah. Sesuai kerangka tersebut, peningkatan investasi fisik dapat memperkuat ketahanan pangan melalui pembangunan infrastruktur irigasi, transportasi, penyimpanan, distribusi, serta peningkatan efisiensi rantai pasok pangan. Pembentukan modal tetap bruto dipandang mampu meningkatkan kapasitas produksi, memperlancar distribusi pangan, dan menjaga stabilitas pasar sehingga mendukung terciptanya ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Sementara itu, variabel pertumbuhan penduduk dalam penelitian ini dijelaskan melalui tujuan kesebelas SDGs. Pada kerangka teori pembangunan berkelanjutan, peningkatan populasi dapat menekan kapasitas penyediaan pangan apabila tidak diimbangi dengan peningkatan produktivitas dan efisiensi pengelolaan sumber daya. Menurut Singh (2021), pertumbuhan penduduk merupakan peningkatan jumlah populasi yang dipengaruhi oleh dinamika fertilitas, mortalitas, dan migrasi. Pertumbuhan populasi yang terus meningkat akan

memperbesar kebutuhan terhadap pangan, energi, dan sumber daya alam sehingga berpotensi meningkatkan eksploitasi sumber daya dan mengurangi stabilitas sistem pangan. Pertumbuhan penduduk yang tidak diimbangi dengan pengelolaan sumber daya yang efektif diprediksi dapat memberikan tekanan negatif terhadap ketahanan pangan.

Kemudian, paparan risiko iklim dilandasi oleh tujuan ketiga belas SDGs, di mana tingginya paparan terhadap gangguan iklim dapat meningkatkan kerentanan sistem pangan dan berpotensi memperburuk ketahanan pangan. Bila dilihat secara definisi, paparan risiko iklim merupakan tingkat keterpaparan suatu negara atau wilayah terhadap ancaman perubahan iklim dan kejadian cuaca ekstrem yang berpotensi menimbulkan kerusakan ekonomi, sosial, dan lingkungan (IPCC, 2023). Kondisi tersebut dapat mengganggu produktivitas sektor pertanian dan perikanan, merusak infrastruktur distribusi pangan, serta menurunkan stabilitas pasokan pangan masyarakat.

Di sisi lain, kualitas institusional yang direpresentasikan melalui efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi turut memengaruhi ketahanan pangan melalui peran moderasinya terhadap paparan risiko iklim. Sejalan dengan tujuan keenambelas SDGs, kualitas institusional mencerminkan kemampuan pemerintah dalam merumuskan kebijakan yang adaptif. Efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi yang baik memungkinkan negara memperkuat kapasitas mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Berdasarkan integrasi teori tersebut, penelitian ini memandang ketahanan pangan sebagai hasil interaksi multidimensional antara faktor ekonomi, lingkungan,

demografi, dan tata kelola. Maka untuk menangkap hubungan kausal tersebut secara sistematis, diperlukan perumusan persamaan teoritis. Secara matematis, formula tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$FSI = f(BES_{-}, CE_{+}, RE_{-}, GFCF_{-}, PG_{+}, CRE_{+}, CRE_IQ1_{+}, CRE_IQ2_{+})$$

2.2. Penelitian Terdahulu

Literatur (Lampiran 1) tentang *Blue Economy* menunjukkan evolusi konseptual dan empiris yang signifikan, bergerak dari pendekatan normatif menuju kerangka pembangunan berkelanjutan yang terukur dan lintas sektor. Studi awal menekankan bahwa ekonomi biru tidak dapat dipahami semata sebagai ekspansi aktivitas ekonomi kelautan, melainkan sebagai integrasi antara perlindungan lingkungan, perubahan perilaku, dan inovasi teknologi dalam pengelolaan sumber daya laut (Kathijotes, 2013). Sejalan dengan itu, perdebatan konseptual mengenai *blue growth* mengungkap bahwa ketidakjelasan terminologi dan perbedaan pemahaman lintas disiplin dan pemangku kepentingan berpotensi melemahkan efektivitas kebijakan kelautan, sehingga diperlukan komunikasi yang konsisten dan definisi keberlanjutan yang disepakati bersama (Bennett dkk., 2019; Eikeset dkk., 2018).

Pada level makroekonomi, sejumlah studi empiris menunjukkan bahwa sektor-sektor ekonomi biru berkontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi jangka panjang. Bukti dari China menunjukkan adanya kointegrasi jangka panjang antara variabel ekonomi biru seperti produksi perikanan, nilai tambah sektor pertanian-kehutanan-perikanan, pembentukan modal, dan perdagangan

dengan pertumbuhan GDP per kapita, meskipun beberapa subsektor seperti akuakultur menunjukkan dinamika jangka pendek yang berbeda (Ahammed dkk., 2025). Temuan serupa juga dikonfirmasi dalam konteks India, Ghana, Nigeria, dan kawasan Asia–Pasifik, yang menegaskan bahwa ekonomi biru berperan sebagai mesin pertumbuhan, pencipta lapangan kerja, dan sarana peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir, terutama bila didukung oleh investasi, inovasi teknologi, dan pemberdayaan komunitas lokal (Appiah dkk., 2023; Nabi & Hayat, 2025; Vedachalam dkk., 2019).

Namun demikian, literatur juga menyoroti bahwa kontribusi ekonomi biru terhadap pembangunan berkelanjutan sangat dipengaruhi oleh kualitas tata kelola dan kerangka kelembagaan. Sejumlah kajian menegaskan bahwa lemahnya koordinasi lintas sektor, tumpang tindih kewenangan, dan absennya kebijakan nasional yang terintegrasi menjadi hambatan utama implementasi ekonomi biru di berbagai negara, termasuk Malaysia, Bangladesh, dan negara-negara berkembang lainnya (Ridzuan dkk., 2022; Techera, 2018; Young, 2015). Analisis kebijakan dan institusional menunjukkan bahwa tanpa regulasi yang efektif, ekonomi biru berisiko mempercepat eksploitasi sumber daya laut alih-alih mendorong keberlanjutan (OECD, 2020).

Isu perubahan iklim dan transisi energi menjadi dimensi krusial dalam literatur mutakhir. Berbagai studi menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil secara konsisten meningkatkan emisi karbon di negara-negara Asia–Pasifik, termasuk Indonesia, Australia, dan China, sementara energi terbarukan cenderung menurunkan emisi meskipun kontribusinya belum sepenuhnya signifikan (Aimon

dkk., 2021; Hakim dkk., 2025; Kurniadi dkk., 2024). Berangkat dari pembahasan ekonomi biru, integrasi energi terbarukan laut dan pengurangan *energy intensity* dipandang sebagai prasyarat penting bagi transisi menuju ekonomi laut rendah karbon dan berkelanjutan (Hassan dkk., 2025; Manso dkk., 2023).

Literatur juga semakin menekankan keterkaitan strategis antara ekonomi biru dan ketahanan pangan. Studi lintas negara ASEAN menunjukkan bahwa ekonomi biru berperan penting dalam memperkuat ketahanan pangan melalui optimalisasi perikanan, akuakultur, inovasi teknologi, dan pemanfaatan energi terbarukan, dengan kualitas lingkungan sebagai faktor pendukung utama (Febrina dkk., 2025). Kajian tentang *blue foods* menegaskan bahwa sumber pangan laut memiliki potensi besar dalam menjamin keamanan gizi global, namun menghadapi tantangan ekologis serius seperti polusi, penangkapan ikan berlebih, perubahan iklim, dan praktik IUU fishing (Bank dkk., 2022; Wang dkk., 2024). Bukti mikro dari Bangladesh menunjukkan bahwa budidaya rumput laut tidak hanya meningkatkan pendapatan rumah tangga pesisir, tetapi juga memberikan manfaat ekologis melalui penyerapan karbon dan pengurangan eutrofikasi, sehingga memperkuat kontribusi ekonomi biru terhadap berbagai target SDGs (Hossain dkk., 2021).

Selain itu, dimensi investasi dan transformasi digital semakin menonjol dalam pengembangan ekonomi biru modern. Studi empiris pada UMKM sektor maritim menunjukkan bahwa investasi ekonomi biru dipengaruhi oleh kombinasi faktor organisasi, teknologi, risiko rantai pasok, kesadaran lingkungan, biaya, dan regulasi, serta terbukti meningkatkan kinerja rantai pasok berkelanjutan (Appiah dkk., 2023). Di sisi lain, pendekatan *New Blue Economy* menyoroti peran strategis

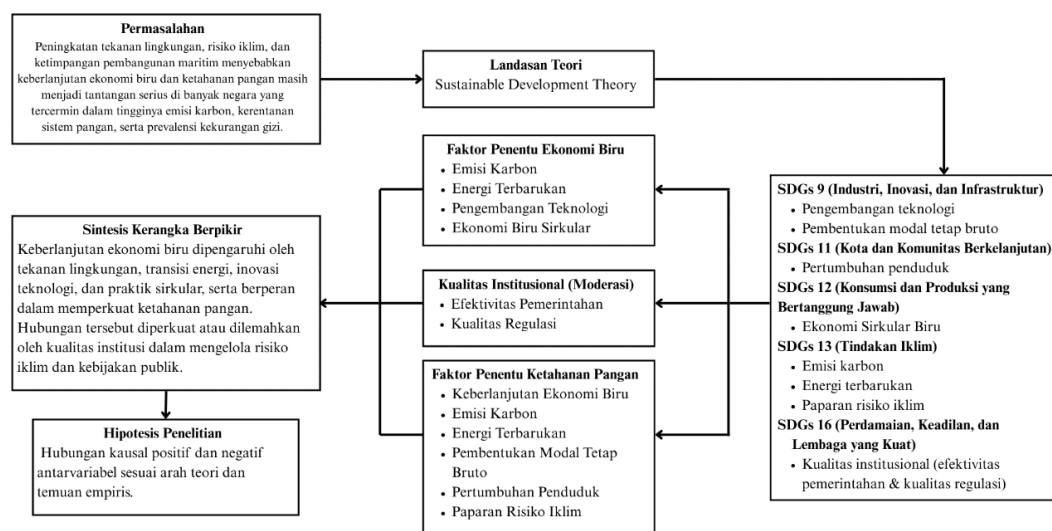
data oseanografi, digitalisasi, dan kecerdasan buatan dalam meningkatkan efisiensi, mitigasi risiko, dan inovasi sektor kelautan (Spalding, 2016).

Secara keseluruhan, sintesis literatur menunjukkan bahwa ekonomi biru memiliki potensi besar sebagai kerangka pembangunan yang mampu menjembatani pertumbuhan ekonomi, keberlanjutan lingkungan, dan ketahanan pangan. Namun, keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada kualitas tata kelola, efektivitas regulasi, integrasi kebijakan lintas sektor, serta kemampuan negara dalam mengarahkan investasi dan inovasi menuju praktik kelautan yang rendah karbon dan inklusif. Literatur mutakhir dengan demikian menegaskan perlunya pendekatan *environmental governance* dan *kualitas institusional* sebagai fondasi utama agar ekonomi biru tidak sekadar menjadi agenda normatif, tetapi benar-benar berfungsi sebagai strategi pembangunan berkelanjutan jangka panjang.

2.3. Hipotesis Penelitian

Kerangka berpikir penelitian pada Gambar II.1 disusun untuk menjelaskan hubungan kausal antara berbagai faktor yang memengaruhi keberlanjutan ekonomi biru serta ketahanan pangan. Permasalahan penelitian berangkat dari meningkatnya tekanan lingkungan, risiko iklim, dan ketimpangan pembangunan maritim yang menyebabkan keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan masih menjadi tantangan serius di berbagai negara, khususnya BRICS (MIDA, 2021). Berdasarkan teori pembangunan berkelanjutan, keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan sosial sangat penting guna menjamin keberlanjutan antar-generasi Alatorre dkk. (2025), Konsep ini sejalan dengan

maqashid al-syariah yang menekankan terciptanya kemaslahatan melalui perlindungan terhadap kehidupan (*hifz al-nafs*), harta (*hifz al-māl*), dan keberlanjutan sumber daya bagi generasi mendatang. Pembangunan ekonomi biru tidak hanya diarahkan pada pertumbuhan ekonomi kelautan, tetapi juga pada pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan serta terciptanya ketahanan pangan masyarakat.



Gambar II.1 Kerangka Berpikir Penelitian

Berdasarkan landasan teori tersebut, penelitian ini mengelompokkan variabel ke dalam dua hubungan utama. Pertama, faktor-faktor penentu keberlanjutan ekonomi biru yang meliputi emisi karbon, energi terbarukan, pengembangan teknologi, dan ekonomi sirkular biru. Menurut sudut pandang pembangunan berkelanjutan dan *maqashid al-syariah*, emisi karbon merepresentasikan bentuk kerusakan lingkungan yang dapat mengancam keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan manusia. Sebaliknya, energi terbarukan, pengembangan teknologi, dan ekonomi sirkular biru dipandang sebagai instrumen pembangunan yang mampu meningkatkan efisiensi sumber daya, mengurangi tekanan ekologis, serta menjaga

keberlanjutan ekonomi dan lingkungan. Praktik ekonomi sirkular juga mencerminkan prinsip keberlanjutan dan penghindaran pemborosan (*isrāf*) yang menjadi bagian penting dalam *maqashid al-syariah*.

Kedua, faktor-faktor penentu ketahanan pangan terdiri atas keberlanjutan ekonomi biru, emisi karbon, energi terbarukan, pembentukan modal tetap bruto, pertumbuhan penduduk, dan paparan risiko iklim. Keberlanjutan ekonomi biru dipandang mampu memperkuat ketahanan pangan melalui penyediaan sumber pangan laut yang berkelanjutan, peningkatan pendapatan masyarakat pesisir, dan stabilitas ekonomi. Menurut kajian *maqashid al-syariah*, ketahanan pangan merupakan bagian dari upaya menjaga keberlangsungan hidup manusia (*hifz al-nafs*) dan kesejahteraan sosial. Sebaliknya, tingginya emisi karbon dan paparan risiko iklim berpotensi mengganggu produktivitas pangan, memperburuk kerentanan masyarakat, dan menghambat keberlanjutan pembangunan. Sementara itu, energi terbarukan dan pembentukan modal tetap bruto dipandang mampu meningkatkan kapasitas produksi dan efisiensi ekonomi yang mendukung stabilitas pangan. Pertumbuhan penduduk yang tidak diimbangi dengan kapasitas produksi pangan dan pengelolaan sumber daya yang memadai juga dapat meningkatkan tekanan terhadap sistem pangan.

Bila dilihat pada kerangka ini, kualitas institusional yang direpresentasikan oleh *government effectiveness* dan *regulatory quality* ditempatkan sebagai variabel moderasi. Institusi yang efektif dan regulasi yang berkualitas memungkinkan implementasi kebijakan pembangunan berkelanjutan berjalan optimal, terutama dalam pengelolaan ekonomi sirkular dan mitigasi risiko iklim. *Maqashid al-syariah*

juga menempatkan tata kelola yang baik sebagai instrumen penting dalam mewujudkan kemaslahatan publik melalui kebijakan yang adil, efektif, dan berorientasi pada keberlanjutan. Dengan demikian, kualitas institusional diperkirakan mampu memperkuat pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru serta memperlemah dampak negatif paparan risiko iklim terhadap ketahanan pangan.

Berdasarkan landasan teori, *maqashid al-syariah*, penelitian terdahulu, dan kerangka berpikir yang telah disusun, maka hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut:

H1: Emisi karbon berpengaruh negatif terhadap keberlanjutan ekonomi biru.

H2: Energi terbarukan berpengaruh positif terhadap keberlanjutan ekonomi biru.

H3: Pengembangan teknologi berpengaruh positif terhadap keberlanjutan ekonomi biru.

H4: Ekonomi sirkular biru berpengaruh positif terhadap keberlanjutan ekonomi biru.

H5: Keberlanjutan ekonomi biru berpengaruh negatif terhadap ketahanan pangan.

H6: Emisi karbon berpengaruh positif terhadap ketahanan pangan.

H7: Energi terbarukan berpengaruh negatif terhadap ketahanan pangan.

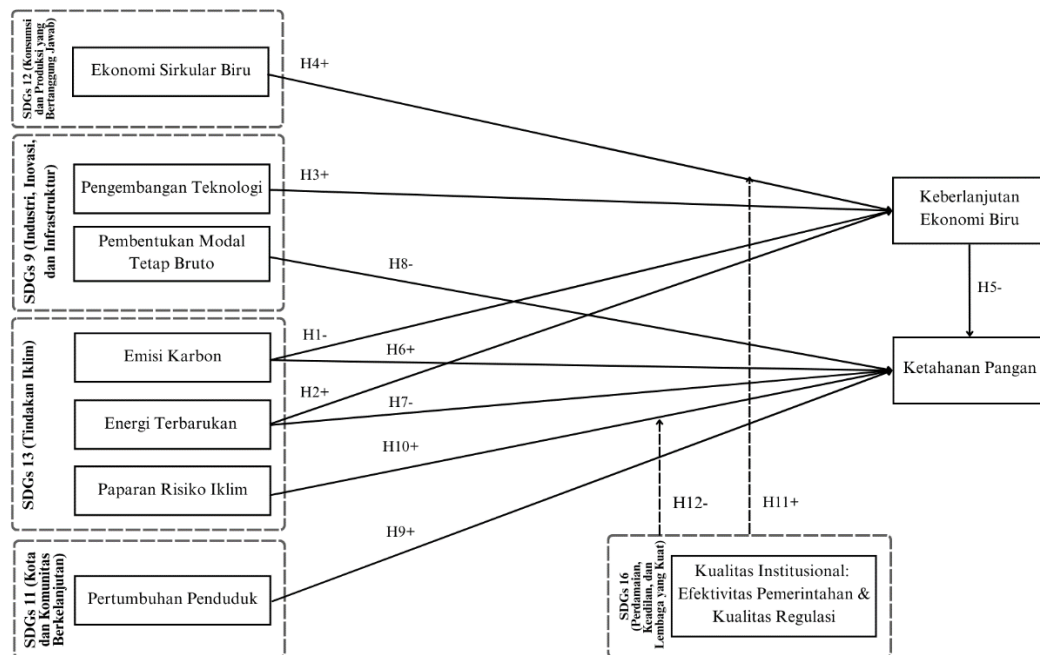
H8: Pembentukan modal tetap bruto berpengaruh negatif terhadap ketahanan pangan.

H9: Pertumbuhan penduduk berpengaruh positif terhadap ketahanan pangan.

H10: Paparan risiko iklim berpengaruh positif terhadap ketahanan pangan.

H11: Efektivitas pemerintah dan kualitas regulasi memperkuat pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru.

H12: Efektivitas pemerintah dan kualitas regulasi memperlemah pengaruh paparan risiko iklim terhadap ketahanan pangan.



Gambar II.2. Kerangka Hipotesis Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan landasan fundamental yang menentukan arah, ketepatan, dan kredibilitas suatu kajian ilmiah. Sebagaimana dikemukakan oleh Barlian (2019), metodologi penelitian memberikan arah yang jelas dalam merancang dan melaksanakan penelitian, sehingga proses penelitian berjalan secara konsisten dan transparan. Qoyum, dkk (2021) menegaskan bahwa metodologi penelitian merupakan sarana untuk menelusuri dan menjawab persoalan penelitian secara ilmiah melalui prosedur yang terukur dan konsisten. Oleh karena itu, bab metodologi dalam penelitian ini tidak hanya menjelaskan teknik, tetapi juga memberikan justifikasi ilmiah atas setiap pilihan metodologis.

3.1 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ekonomi empiris tidak hanya dipahami sebagai sekumpulan individu, tetapi juga sebagai himpunan unit analisis yang memiliki karakteristik struktural dan institusional yang relatif sebanding sehingga memungkinkan dilakukan inferensi ilmiah secara valid (Mankiw, 2018; Manna & Mete, 2021). Penelitian ini menetapkan populasi sebagai seluruh negara anggota BRICS yang dipilih karena perannya yang semakin dominan dalam perekonomian global serta kontribusinya yang signifikan terhadap produksi pangan, emisi karbon, dan pemanfaatan sumber daya laut. Kelompok negara ini juga merepresentasikan spektrum negara berkembang besar dengan dinamika pembangunan yang heterogen tetapi memiliki kepentingan strategis yang sama dalam isu ekonomi biru dan ketahanan pangan global (Béné dkk., 2015; Wooldridge, 2002).

Penelitian ini sepenuhnya menggunakan data sekunder yang bersumber dari lembaga internasional bereputasi seperti World Bank, International Monetary Fund, United Nations Environment Programme, dan Food and Agriculture Organization. Pemanfaatan data lintas lembaga ini memberikan keunggulan metodologis berupa reliabilitas tinggi, keterbandingan antarnegara, dan konsistensi definisi variabel yang menjadi prasyarat utama dalam analisis panel (Shukla, 2020; Smith dkk., 2010). Meskipun populasi mencakup seluruh negara BRICS, keterbatasan ketersediaan dan kesinambungan data menuntut dilakukannya seleksi unit analisis. Penelitian ini menggunakan *non-probability sampling* dengan pendekatan *purposive sampling* (Qoyum dkk., 2021). Sampel dipilih berdasarkan dua kriteria utama, yaitu status keanggotaan resmi dalam BRICS dan ketersediaan data yang lengkap serta konsisten untuk seluruh variabel penelitian dalam periode 2012–2024. Adapun negara yang tergabung dalam BRICS di antaranya Brazil, Russia, India, China, South Africa, Mesir (Egypt), Ethiopia, Iran, Saudi Arabia, United Arab Emirates, Indonesia. Pendekatan ini lazim digunakan dalam studi ekonomi pembangunan dan ekonomi lingkungan karena mampu menjaga integritas struktur data panel dan meminimalkan bias estimasi akibat *missing data* (Baltagi, 2005; Bassetti dkk., 2024).

3.2 Variabel Operasional

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel dependen, independen, dan moderasi. Variabel dependen adalah variabel terikat yang dijelaskan dan dipengaruhi oleh variabel independen. Sedangkan variabel

independen adalah variabel bebas yang berfungsi untuk menjelaskan dan mempengaruhi variabel dependen. Sementara itu variabel moderasi merupakan

3.2.1 Variabel Dependen

3.2.1.1 Ketahanan Pangan

Keamanan pangan menempati posisi sentral dalam agenda 2030 tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) karena beririsan langsung dengan upaya pengentasan kemiskinan, peningkatan kesejahteraan manusia, dan perlindungan lingkungan global (Mardones dkk., 2020). Ketahanan pangan dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator *Prevalence of Undernourishment (PoU)* yang mengukur proporsi penduduk melalui asupan energi yang berada di bawah kebutuhan minimum untuk menjalani kehidupan normal (FAO, 2019, 2025). Pendekatan ini menempatkan kekurangan gizi sebagai fenomena struktural yang mencerminkan keterbatasan akses ekonomi dan fisik terhadap pangan, bukan sekadar fluktuasi konsumsi jangka pendek (FAO, 2025).

Secara metodologis, *Prevalence of Undernourishment* dihitung dengan membandingkan distribusi probabilitas konsumsi energi makanan harian rata-rata penduduk dengan ambang batas Minimum Dietary Energy Requirement (MDER) (FAO, 2019). Variabel ketahanan pangan dalam penelitian ini diukur dalam satuan persentase (%) per tahun. Pada kerangka analisis ketahanan pangan, nilai PoU yang lebih tinggi menunjukkan tingkat ketahanan pangan yang lebih rendah, karena mencerminkan meningkatnya proporsi penduduk yang mengalami defisit energi kronis (FAO, 2025). Oleh karena itu, indikator *Prevalence of Undernourishment* memiliki hubungan berlawanan arah dengan kondisi ketahanan pangan nasional.

3.2.1.2 Keberlanjutan ekonomi biru

Keberlanjutan ekonomi biru *Index* (BES) dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan *Ocean Health Index* (OHI) yaitu suatu indeks komposit yang dirancang untuk mengukur sejauh mana laut suatu negara mampu menyediakan manfaat ekologis, sosial, dan ekonomi secara berkelanjutan bagi masyarakat (Gazioğlu, 2018). Ocean Health Index merepresentasikan konsep keberlanjutan laut dengan menilai kondisi laut tidak hanya berdasarkan status ekologisnya, tetapi juga berdasarkan kemampuan laut tersebut dalam menopang kesejahteraan manusia saat ini dan di masa depan (Halpern dkk., 2012).

Secara metodologis, skor Ocean Health Index suatu negara dihitung sebagai rata-rata dari sepuluh tujuan (goals) yang masing-masing mewakili manfaat yang diharapkan masyarakat dari lautan yang sehat, mencakup dimensi ekologi, sosial, dan ekonomi (Ding & Tabeta, 2024; Halpern dkk., 2012). Setiap tujuan dalam Ocean Health Index diberi skor pada rentang 0 hingga 100, yang menunjukkan tingkat pencapaian manfaat aktual dibandingkan dengan target keberlanjutan yang telah ditetapkan secara normatif (Wu dkk., 2021). Skor yang lebih rendah mengindikasikan bahwa manfaat laut belum tercapai secara optimal.

3.2.2 Variabel Independen

3.2.2.1 Emisi karbon

Emisi karbon dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator *carbon dioxide* (CO₂) *emissions* di mana merepresentasikan total emisi gas rumah

kaca berbasis karbon dioksida yang dihasilkan dari aktivitas antropogenik utama dalam suatu negara (IPCC, 2019). Nilai emisi karbon yang lebih tinggi mencerminkan intensitas aktivitas ekonomi berbasis karbon yang lebih besar serta tekanan yang lebih kuat terhadap sistem iklim global (IPCC, 2022). Oleh karena itu, variabel emisi karbon digunakan sebagai proksi degradasi lingkungan dan risiko iklim yang berpotensi memengaruhi keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan melalui mekanisme perubahan iklim, degradasi ekosistem, dan peningkatan ketidakpastian produksi.

3.2.2.2 Energi terbarukan

Energi terbarukan dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator konsumsi energi terbarukan (% dari total konsumsi energi akhir) yang mengukur proporsi energi yang berasal dari sumber terbarukan dalam total konsumsi energi akhir suatu negara (World Bank, 2025b). Indikator ini mencerminkan tingkat transisi energi suatu negara dari sumber energi berbasis fosil menuju sumber energi yang berkelanjutan dan rendah karbon (International Energy Agency, 2025). Secara konseptual, peningkatan pangsa energi terbarukan dalam konsumsi energi akhir menunjukkan penurunan ketergantungan terhadap energi fosil dan berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca serta tekanan lingkungan global (IPCC, 2022). Pada konteks pembangunan berkelanjutan, energi terbarukan dipandang sebagai elemen kunci yang mendukung ketahanan energi, stabilitas ekonomi jangka panjang, dan keberlanjutan sistem produksi (International Energy Agency, 2025).

Pada penelitian ini, nilai indikator energi terbarukan consumption yang lebih tinggi diinterpretasikan sebagai tingkat adopsi energi bersih lebih besar dan komitmen kuat terhadap pembangunan rendah karbon (World Bank, 2025b). Variabel Energi terbarukan diukur dalam satuan persentase (%) dari total konsumsi energi akhir per tahun, sehingga memungkinkan analisis perbandingan lintas negara dan lintas waktu dalam model panel dinamis yang digunakan dalam penelitian ini (International Energy Agency, 2025; World Bank, 2025b).

3.2.2.3 Pengembangan teknologi

Pengembangan teknologi dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator patent applications, residents, yang mengukur jumlah permohonan paten yang diajukan oleh penduduk suatu negara kepada kantor paten nasional maupun melalui mekanisme internasional (WIPO, 2024; World Bank, 2025b). Indikator ini digunakan secara luas sebagai proksi kapasitas inovasi domestik dan tingkat pengembangan teknologi berbasis pengetahuan dalam suatu perekonomian.

Permohonan paten mencakup permohonan yang diajukan melalui Patent Cooperation Treaty (PCT) maupun permohonan langsung ke kantor paten nasional untuk memperoleh hak eksklusif atas suatu penemuan (WIPO, 2022). Penemuan yang dipatenkan dapat berupa produk atau proses yang menawarkan cara baru dalam melakukan sesuatu atau memberikan solusi teknis baru terhadap suatu permasalahan. Pada ranah analisis ekonomi dan pembangunan berkelanjutan, jumlah permohonan paten oleh penduduk domestik dipandang sebagai indikator

penting yang mencerminkan kemampuan teknologi endogen dan daya saing inovasi suatu negara. Peningkatan jumlah paten domestik menunjukkan penguatan basis teknologi nasional (World Bank, 2025b). Kemudian pada penelitian ini, pengembangan teknologi diukur berdasarkan jumlah total permohonan paten oleh penduduk (residents) per tahun.

3.2.2.4 Pembentukan modal tetap bruto

Pembentukan modal tetap bruto (GFCF) dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator pembentukan modal tetap bruto (% of GDP) yang mengukur proporsi pembentukan aset tetap baru dalam perekonomian relatif terhadap total output nasional (World Bank, 2025b). Indikator ini digunakan secara luas untuk merepresentasikan tingkat investasi jangka panjang dan akumulasi modal produktif dalam suatu negara (OECD, 2025). Secara konseptual, GFCF mencakup pembelian dikurangi penjualan aset tetap selama suatu periode akuntansi, termasuk aset berwujud seperti bangunan, mesin, dan peralatan, serta aset tidak berwujud tertentu yang berkontribusi pada peningkatan kapasitas produksi (World Bank, 2025b). Indikator GFCF dinyatakan sebagai persentase dari Produk Domestik Bruto (PDB) yang merepresentasikan total nilai tambah atau pendapatan yang dihasilkan dari produksi barang dan jasa di dalam suatu wilayah ekonomi selama periode akuntansi tertentu. Penggunaan rasio terhadap PDB memungkinkan perbandingan tingkat investasi lintas negara dan lintas waktu secara lebih konsisten, terlepas dari perbedaan skala ekonomi absolut.

3.2.2.5 Pertumbuhan penduduk

Pertumbuhan penduduk dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator pertumbuhan penduduk (annual %), yang mengukur laju pertumbuhan penduduk tahunan suatu negara dalam periode tertentu (World Bank, 2025b). Laju pertumbuhan penduduk tahunan didefinisikan sebagai tingkat pertumbuhan eksponensial dari jumlah penduduk pertengahan tahun (*midyear population*) dari tahun $t-1$ ke tahun t , yang dinyatakan dalam bentuk persentase (World Bank, 2025b). Pengukuran pertumbuhan penduduk menggunakan pendekatan eksponensial untuk menangkap dinamika perubahan populasi yang bersifat kumulatif dan berkelanjutan dari waktu ke waktu. Penduduk dalam indikator ini didefinisikan berdasarkan konsep *de facto population*, yaitu seluruh individu yang berdomisili di suatu wilayah pada periode tertentu tanpa membedakan status kewarganegaraan atau status hukum lainnya (United Nations, 2025).

3.2.2.6 Paparan risiko iklim

Paparan risiko iklim dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan ND-GAIN Index, yaitu indeks global yang mengukur tingkat kerentanan suatu negara terhadap dampak perubahan iklim sekaligus menilai tingkat kesiapan negara tersebut dalam merespons dan beradaptasi terhadap risiko iklim (ND-GAIN, 2024). Indeks ND-GAIN mengintegrasikan dua dimensi utama, yaitu *vulnerability* yang mencerminkan tingkat keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptif terhadap guncangan iklim, serta *readiness* yang mengukur kemampuan institusional,

ekonomi, dan sosial dalam memanfaatkan investasi adaptasi iklim (ND-GAIN, 2024).

Pada penelitian ini digunakan ND-GAIN Index versi IMF yang merupakan adaptasi dari indeks asli untuk menggantikan penggunaan Doing Business Index sebagai salah satu sumber data kesiapan dalam metodologi ND-GAIN (IMF, 2026). Variabel Paparan risiko iklim diukur dalam bentuk indeks dengan rentang skor 0–1 per tahun, sehingga memungkinkan analisis empiris mengenai pengaruh risiko iklim terhadap keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan dalam kerangka panel data lintas negara.

3.2.2.7 Ekonomi sirkular biru

Ekonomi sirkular biru dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator marine protected areas (*% of territorial waters*), yang mengukur proporsi wilayah perairan teritorial suatu negara yang secara resmi ditetapkan sebagai kawasan lindung laut (World Bank, 2025b). Kawasan lindung laut atau Marine Protected Areas (MPAs) didefinisikan sebagai wilayah pasang surut maupun bawah pasang surut, termasuk perairan di atasnya, beserta flora, fauna, serta fitur sejarah dan budaya yang terkait, yang ditetapkan melalui peraturan hukum atau mekanisme efektif lainnya untuk melindungi seluruh atau sebagian lingkungan laut yang terkandung di dalamnya (IUCN, 2025).

Pada kerangka ekonomi sirkular biru, perluasan kawasan lindung laut berperan dalam menjaga regenerasi sumber daya hayati, mengurangi degradasi ekosistem, serta memastikan keberlanjutan aliran manfaat ekonomi dari sektor

perikanan, pariwisata bahari, dan jasa ekosistem laut (Earth, 2014; Magalhães dkk., 2024). Secara empiris, peningkatan persentase kawasan lindung laut dikaitkan dengan perbaikan kesehatan ekosistem laut, peningkatan ketahanan stok ikan, dan penguatan keberlanjutan ekonomi pesisir dalam jangka panjang (OECD, 2025). Pada penelitian ini, ekonomi sirkular biru diukur dalam satuan persentase (%) dari total perairan teritorial per tahun. Oleh karena itu, indikator kawasan lindung laut digunakan dalam penelitian ini sebagai proksi implementasi ekonomi sirkular biru pada level nasional.

3.2.3 Variabel Moderasi

3.2.3.1. Kualitas institusional

Kualitas institusional (IQ1) dalam penelitian ini dioperasionalkan menggunakan indikator Government Effectiveness: Estimate, yang dikembangkan dalam kerangka Worldwide Governance Indicators (WGI) oleh World Bank (Barbier & Burgess, 2021). Efektivitas pemerintahan mencerminkan persepsi terhadap kualitas layanan publik, kualitas aparatur sipil negara, serta tingkat kemandirian birokrasi dari tekanan politik dalam proses pengambilan keputusan. Indikator ini juga menangkap kualitas perumusan dan implementasi kebijakan publik, serta kredibilitas komitmen pemerintah dalam menjalankan kebijakan yang telah ditetapkan secara konsisten (World Bank, 2025a).

Secara metodologis, skor efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi diperoleh dari *Worldwide Governance Indicators* yang dikembangkan oleh World Bank (Subramaniam dkk., 2022). Nilai indikator ini dinyatakan dalam satuan

distribusi normal standar dengan rentang skor sekitar $-2,5$ hingga $+2,5$, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan indikator yang lebih baik (World Bank, 2023).

Tabel III.1 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Definisi	Ukuran	Sumber
Indeks Keberlanjutan Ekonomi Biru (BES)	Ocean Health Index	Skor Indeks suatu negara merupakan rata-rata dari 10 skor "tujuan" yang mewakili manfaat ekologi, sosial, dan ekonomi yang diharapkan masyarakat dari lautan yang sehat.	Indeks (Skor 0-100)	Ocean Health Index
Indeks Ketahanan Pangan (FSI)	Prevalence of undernourishment (percent) (annual value)	Prevalensi kekurangan gizi menggambarkan probabilitas bahwa individu yang dipilih secara acak dari populasi mengonsumsi jumlah kalori yang tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan energinya untuk hidup aktif dan sehat.	Persentase	Food Security by FAO
Emisi karbon (CE)	Carbon dioxide (CO ₂) emissions (total) excluding LULUCF (Mt CO ₂ e)	Ukuran emisi karbon dioksida (CO ₂) adalah salah satu dari enam gas rumah kaca (GRK) Kyoto, dari sektor pertanian, energi, limbah, dan industri, tanpa termasuk LULUCF.	Mt CO ₂ eq	World Bank (WDI)
Energi terbarukan (RE)	Energi terbarukan consumption (% of total final energy consumption)	Konsumsi energi terbarukan adalah porsi energi terbarukan dalam total konsumsi energi akhir.	% (porsi) dari konsumsi energi akhir	World Bank (WDI)

Variabel	Indikator	Definisi	Ukuran	Sumber
Pengembangan teknologi (TD)	Patent applications, residents	Permohonan paten adalah permohonan paten internasional yang diajukan melalui prosedur Perjanjian Kerjasama Paten (Patent Cooperation Treaty) atau ke kantor paten nasional untuk hak eksklusif atas suatu penemuan.	Diukur berdasarkan jumlah total	World Bank (WDI)
Pembentukan modal tetap bruto (GFCF)	Pembentukan modal tetap bruto (% of GDP)	Pembentukan modal tetap bruto merupakan pembelian dikurangi penjualan aset tetap selama periode akuntansi.	Persentase	World Bank (WDI)
Pertumbuhan penduduk (PG)	Pertumbuhan penduduk (annual %)	Laju pertumbuhan penduduk tahunan untuk tahun t adalah laju pertumbuhan eksponensial penduduk pertengahan tahun dari tahun t-1 hingga t.	Persentase	World Bank (WDI)
Paparan risiko iklim (CRE)	The ND-GAIN index	Indeks ND-GAIN adalah indeks yang mengukur tingkat kerentanan suatu negara terhadap gangguan iklim serta menilai kesiapan negara tersebut untuk memanfaatkan investasi sektor swasta dan publik dalam mengambil tindakan adaptif.	Indeks (Skor 0-1)	IMF

Variabel	Indikator	Definisi	Ukuran	Sumber
Ekonomi sirkular biru (CBE)	Marine protected areas (% of territorial waters)	Kawasan lindung laut adalah kawasan yang meliputi wilayah pasang surut atau bawah pasang surut—serta perairan di atasnya dan flora fauna, serta fitur sejarah dan budaya yang terkait—yang telah ditetapkan oleh undang-undang atau cara lain yang efektif untuk melindungi sebagian atau seluruh lingkungan yang terkandung di dalamnya.	% (porsi) perairan teritorial	World Bank (WDI)
Kualitas institusional (IQ 1)	Government Effectiveness	Efektivitas Pemerintah mencerminkan persepsi terhadap kualitas layanan publik, kualitas aparatur sipil negara dan independensinya dari tekanan politik, kualitas perumusan serta implementasi kebijakan, dan kredibilitas komitmen pemerintah, dengan skor indikator berkisar antara -2,5 hingga 2,5 dalam distribusi normal standar.	Skor -2,5 hingga 2,5	World Bank (WGI)
Kualitas institusional (IQ 2)	Regulatory Quality	Kualitas Regulasi mengukur persepsi masyarakat terhadap kemampuan pemerintah dalam merumuskan dan menerapkan	Skor -2,5 hingga 2,6	World Bank (WGI)

Variabel	Indikator	Definisi	Ukuran	Sumber
		kebijakan serta regulasi yang efektif untuk mendukung perkembangan sektor swasta, dengan skor indikator berkisar antara -2,5 hingga 2,5 dalam distribusi normal standar.		

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis data sekunder yang dihimpun dari lembaga internasional bereputasi, yaitu World Bank, International Monetary Fund (IMF), United Nations Environment Programme (UNEP), dan Food and Agriculture Organization (FAO). Pemilihan sumber data tersebut didasarkan pada tingkat reliabilitas, keterbandingan lintas negara, serta konsistensi definisi indikator yang menjadi prasyarat utama dalam analisis panel lintas negara. Data dikonstruksi dalam bentuk panel untuk periode 2012–2024 melalui proses harmonisasi metadata, termasuk penyelarasan satuan, kode negara, dan kesinambungan seri waktu, guna meminimalkan potensi bias pengukuran. Dalam studi pembangunan berkelanjutan dan ketahanan pangan, penggunaan data internasional yang terstandarisasi terbukti krusial untuk menangkap keterkaitan antara tekanan lingkungan, transformasi ekonomi, dan stabilitas sistem pangan secara empiris dan replikatif (Mohamed dkk., 2024).

Pemilihan sampel dilakukan menggunakan *non-probability sampling* dengan pendekatan *purposive sampling* dengan dua kriteria utama, yaitu keanggotaan resmi negara dalam BRICS dan ketersediaan data yang lengkap serta konsisten untuk

seluruh variabel penelitian selama periode observasi (Qoyum dkk., 2021). Pendekatan ini dipilih untuk menjaga integritas struktur panel dan mengurangi distorsi estimasi akibat *missing data* sistematis. Data yang telah terhimpun kemudian dianalisis menggunakan metode Two-Stage Least Squares (TSLS) guna mengatasi potensi endogenitas yang lazim muncul dalam kajian ekonomi makro dan pembangunan berkelanjutan, seperti simultanitas dan *omitted variable bias* (Angrist & Krueger, 2001). Seluruh proses estimasi dilakukan dengan perangkat lunak STATA 17 yang memungkinkan pengujian hubungan antarvariabel secara konsisten sekaligus mendukung transparansi dan replikasi hasil penelitian (Arellano and Bond, 1991; Montes-Rojas dkk., 2020).

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan *Generalized Method of Moments* (GMM) sebagai pendekatan ekonometrika utama. Pemilihan GMM selaras dengan tujuan penelitian yang menekankan pada pengujian hubungan dinamis dan bersifat kausal antarvariabel dalam kerangka data panel (Gök & Sodhi, 2021; Hansen, 1982). Pada penelitian ini, hubungan antarvariabel sering kali ditandai oleh persistensi temporal, endogenitas, serta heterogenitas tak teramati antarunit analisis. Kondisi tersebut menyebabkan estimator konvensional, seperti *Ordinary Least Squares* (OLS) atau *Fixed Effects*, berpotensi menghasilkan estimasi yang bias dan tidak konsisten (Labra Lillo & Torrecillas, 2018). GMM dipilih karena mampu mengatasi masalah endogenitas dengan memanfaatkan instrumen internal berbasis *lagged variables*, sekaligus mengakomodasi dinamika

jangka pendek dan jangka panjang dalam model panel dinamis (Guo dkk., 2022; Roodman, 2009).

Secara historis, metode GMM pertama kali diperkenalkan oleh Hansen (1982) sebagai kerangka estimasi umum berbasis kondisi momen (*moment conditions*) yang memungkinkan estimasi parameter tanpa harus menspesifikasikan distribusi penuh dari error term (Juanda, 2021). Pendekatan ini kemudian menjadi fondasi penting dalam perkembangan ekonometrika modern karena fleksibilitasnya dalam menangani berbagai bentuk heteroskedastisitas dan autokorelasi (Zhang & Wang, 2023). Penerapan GMM dalam panel dinamis dipopulerkan melalui kontribusi Arellano dan Bond (1991) yang mengembangkan *difference GMM* untuk mengatasi bias dinamis serta endogenitas dalam model panel dengan jumlah waktu relatif pendek dan jumlah unit relatif besar.

Perkembangan selanjutnya melahirkan *system GMM* yang mengombinasikan persamaan dalam bentuk diferensiasi dan level untuk meningkatkan efisiensi estimator, khususnya ketika variabel bersifat persisten (Blundell & Bond, 1998; Gök & Sodhi, 2021). Implementasi GMM dalam praktik memang menuntut prosedur teknis yang hampir selalu memerlukan dukungan perangkat lunak ekonometrika (Fritsch dkk., 2021). Pendekatan GMM tetap menjadi pendekatan dominan dalam studi pembangunan berkelanjutan dan ketahanan pangan (Labra Lillo & Torrecillas, 2018).

Kerangka First-Difference GMM berguna untuk menghilangkan efek individual tak teramati melalui transformasi first difference, lalu menggunakan lag variabel endogen sebagai instrumen internal berdasarkan asumsi tidak adanya

korelasi serial pada error idiosinkratik (Arellano dan Bond, 1991). *First-Difference* GMM sangat elegan dalam identifikasi, tetapi tidak selalu cukup kuat secara numerik saat persistensi tinggi dan t pendek. Guna mengatasi problem tersebut, Blundell dan Bond (1998) mengembangkan *System GMM* yang menggabungkan dua sistem persamaan, yaitu persamaan *first difference* dan level dengan tambahan kondisi momen yang memanfaatkan pembatasan *initial conditions*. Secara praktis, *sistem GMM* menambahkan instrumen berupa perbedaan lag untuk persamaan level, sehingga informasi yang dipakai lebih kaya dan efisiensi meningkat.

Meski demikian, literatur kontemporer menekankan dua sumber kerentanan GMM yang perlu dikelola secara ketat yaitu proliferasi instrumen dan validitas uji diagnostic (Fingleton, 2023). Maka pilihan antara *First-Difference* dan *System GMM* seharusnya tidak bersifat “otomatis”, melainkan ditentukan oleh karakter data (persistensi, t , struktur variabel endogen) dan konsistensi hasil diagnostik (AR(1)/AR(2), Hansen/Sargan, serta sensitivitas terhadap desain instrumen), sehingga estimasi panel dinamis yang dihasilkan benar-benar kredibel untuk penarikan kesimpulan kebijakan.

Menurut Blundell & Bond (1998) formula *GMM different* dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta Y_{it} = \alpha_0 \Delta Y_{t-1} + \beta_i \Delta X_{it} + \Delta e_{it} \quad (1)$$

Sedangkan persamaan sistem GMM dituliskan seperti di bawah ini.

$$Y_{it} = \alpha_0 Y_{t-1} + \beta_i X_n + e_{it} \quad (2)$$

Keterangan:

ΔY_{it} = Perubahan (*first difference*) variabel dependen untuk unit ke-I pada periode ke-t

ΔY_{t-1} = Lag satu periode dari perubahan variabel dependen, digunakan untuk menangkap dinamika jangka pendek

ΔX_{it} = Perubahan variabel independen ke-nnn pada unit ke-i dan periode ke-t

Y_{it} = Variabel dependen pada unit ke-i dan periode ke-t

Y_{t-1} = Lag satu periode dari variabel dependen yang menangkap efek persistensi jangka menengah–panjang

X_{it} = Variabel independen ke-nnn pada unit ke-i dan periode ke-t

α_0 = Koefisien dinamis yang merefleksikan tingkat persistensi variabel dependen

β_i = Koefisien pengaruh variabel independen terhadap perubahan variabel dependen

Δe_{it} = *Error term*

i = Unit analisis

t = Periode waktu

Adapun model yang digunakan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BES_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 BES_{i,t-1} + \beta_1 CE_{it} + \beta_2 RE_{it} + \beta_3 TD_{it} + \beta_4 CBE_{it} + \\ & \beta_5 CBE_{IQ1_{it}} + \beta_6 CBE_{IQ2_{it}} + e_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} FSI_{it} = & \alpha_0 + \alpha_2 FSI_{i,t-1} + \beta_1 BES_{it} + \beta_2 CE_{it} + \beta_3 RE_{it} + \beta_4 GFCF_{it} + \\ & \beta_5 PG_{IQ1_{it}} + \beta_6 CRE_{it} + \beta_7 CRE_{IQ1_{it}} + \beta_8 CRE_{IQ2_{it}} + e_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

Keterangan:

BES = Indeks Keberlanjutan ekonomi biru (variabel dependen pada model pertama)

FSI = Indeks Ketahanan Pangan (variabel dependen pada model kedua)

CE = Emisi karbon

RE = Energi terbarukan

TD = Pengembangan teknologi

CBE = Ekonomi sirkular biru

GFCF = Pembentukan modal tetap bruto

PG = Pertumbuhan penduduk

CRE = Paparan risiko iklim

CBE_IQ1 = Interaksi Ekonomi sirkular biru dengan Efektivitas Pemerintahan

CBE_IQ2 = Interaksi Ekonomi sirkular biru dengan Kualitas Regulasi

CRE_IQ1 = Interaksi Paparan risiko iklim dengan Efektivitas Pemerintahan

CRE_IQ2 = Interaksi Paparan risiko iklim dengan Kualitas Regulasi

$\alpha_{0,1}$ = Koefisien dinamis yang merefleksikan tingkat persistensi variabel dependen

β_i = Koefisien pengaruh variabel independen terhadap perubahan variabel dependen

Δe_{it} = *Error term*

i = negara ke-I (BRICS)

t = tahun ke-t (2012–2024)

Tahapan pengujian analisis GMM dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil estimasi. Tahap awal adalah spesifikasi model panel dinamis dengan memasukkan variabel dependen tertunggak sebagai penjelas guna menangkap efek persistensi. Selanjutnya, pemilihan instrumen internal dilakukan dengan menggunakan lag variabel endogen dan predeterministik sesuai dengan asumsi eksogenitas bersyarat. Setelah estimasi dilakukan, pengujian diagnostik menjadi bagian krusial dari prosedur GMM. Validitas instrumen diuji menggunakan uji Hansen atau Sargan untuk memastikan bahwa instrumen tidak berkorelasi dengan error term, sementara uji Arellano–Bond digunakan untuk mendeteksi autokorelasi orde pertama dan kedua pada residual. Tidak ditemukannya autokorelasi orde kedua (AR(2)) serta diterimanya hipotesis nol pada uji Hansen menjadi indikator bahwa spesifikasi model dan instrumen yang digunakan telah memadai (Labra Lillo & Torrecillas, 2018; Roodman, 2009).

Secara keseluruhan, penggunaan GMM dalam penelitian ini merupakan pilihan metodologis yang konsisten dengan tujuan untuk memperoleh estimator yang konsisten, efisien, dan memiliki interpretasi kausal yang kuat dalam konteks data panel dinamis. Dengan mengombinasikan keunggulan historis GMM dan prosedur pengujian yang ketat, pendekatan ini memberikan landasan empiris yang kokoh untuk menganalisis keterkaitan kompleks antara dinamika ekonomi, tekanan lingkungan, dan ketahanan pangan, serta memperkuat validitas temuan sebagai dasar rekomendasi kebijakan berbasis bukti.

BAB IV

DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Bab ini menyajikan hasil pengolahan data, analisis empiris, serta pembahasan terkait pengaruh keberlanjutan ekonomi biru terhadap ketahanan pangan berbasis iklim dengan kualitas institusi sebagai variabel moderasi di negara-negara anggota BRICS. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan *dynamic panel data* melalui metode *System Generalized Method of Moments* (System GMM). Pemilihan metode tersebut didasarkan pada karakteristik data panel dinamis yang memiliki kemungkinan permasalahan endogenitas, heterogenitas tidak teramati, serta adanya hubungan dinamis antarvariabel penelitian.

Pembahasan dalam bab ini diawali dengan analisis deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik data penelitian yang meliputi nilai rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum dari setiap variabel penelitian. Selanjutnya dilakukan uji asumsi model melalui pengujian multikolinearitas dan uji diagnostik model guna memastikan bahwa model estimasi yang digunakan memenuhi kriteria validitas dan konsistensi estimasi. Setelah model dinyatakan layak, analisis dilanjutkan dengan pengujian hipotesis untuk mengidentifikasi pengaruh langsung maupun pengaruh moderasi kualitas institusi terhadap hubungan antarvariabel dalam penelitian.

Pembahasan hasil penelitian dilakukan dengan mengaitkan temuan empiris dengan teori pembangunan berkelanjutan (*sustainable development theory*), konsep ekonomi biru berkelanjutan, ketahanan pangan berbasis iklim, serta perspektif

maqashid al-syariah. Selain itu, hasil penelitian juga dibandingkan dengan berbagai penelitian terdahulu untuk memperkuat argumentasi ilmiah dan menjelaskan perbedaan maupun persamaan hasil penelitian.

4.2 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran awal mengenai karakteristik data penelitian. Seluruh variabel memiliki jumlah sebanyak 121 observasi. Hasil statistik deskriptif disajikan pada Tabel IV.1. Variabel *Food Security Index* (FSI) memiliki nilai rata-rata sebesar 6,50 dengan standar deviasi 4,67. Nilai minimum FSI tercatat sebesar 2,50 dan maksimum 20,60. Variabel *Blue Economy Sustainability* (BES) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 72,23 dengan standar deviasi 6,82. Nilai minimum dan maksimum masing-masing sebesar 57,43 dan 85,07. Selanjutnya, variabel *Circular Economy* (CE) memiliki rata-rata sebesar 1.788,49 dengan standar deviasi yang sangat tinggi, yaitu 3.322,62. Nilai minimum tercatat sebesar 12,40 dan maksimum mencapai 13.992,45.

Variabel *Renewable Energy* (RE) memiliki rata-rata sebesar 20,30 dengan standar deviasi 26,35. Nilai minimum sebesar 0,00 dan maksimum 91,50 menunjukkan adanya perbedaan yang sangat lebar dalam pemanfaatan energi terbarukan antarnegara sampel. Pada variabel *Climate Risk Exposure* (CRE), diperoleh rata-rata sebesar 0,63 dengan standar deviasi 0,31. Nilai minimum sebesar 0,00 dan maksimum 1,00 menunjukkan bahwa tingkat paparan risiko iklim dalam sampel penelitian berada pada rentang yang cukup luas.

Tabel IV.1 Statistik Deskriptif

Variabel	Indikator	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
FSI	Prevalensi kekurangan gizi (Persen)	121	6.50	4.67	2.50	20.60
BES	Indeks Kesehatan Laut (Skor 1-100)	121	72.23	6.82	57.43	85.07
CE	LULUCF (Mt CO ₂ e)	121	1,788.49	3,322.62	12.40	13,992.45
RE	Konsumsi Energi terbarukan (Persen)	121	20.30	26.35	0.00	91.50
CRE	The ND-GAIN index	121	0.63	0.31	0.00	1.00
GFCF	Pembentukan modal tetap bruto (Persen)	121	23.05	10.87	0.00	43.38
TD	Permohonan paten	121	124,833.60	383,448.70	2.00	1,672,125
PG	Pertumbuhan penduduk (Persen)	121	1.39	1.42	-2.55	5.38
CBE	Kawasan lindung laut (Persen)	121	5.51	6.79	0.00	26.80
IQ1	Efektivitas Pemerintahan (Skor)	121	0.03	0.65	-1.16	1.91
IQ2	Kualitas Regulasi (Skor)	121	0.30	0.66	-1.78	1.10

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Sementara variabel *Gross Fixed Capital Formation* (GFCF) memiliki rata-rata sebesar 23,05 dengan standar deviasi 10,87. Nilai minimum sebesar 0,00 dan maksimum 43,38 menunjukkan bahwa tingkat investasi modal tetap bruto antarnegara cukup bervariasi. Variabel *Technology Development* (TD) menunjukkan rata-rata sebesar 124.833,60 dengan standar deviasi sangat tinggi,

yaitu 383.448,70. Nilai minimum sebesar 2,00 dan maksimum mencapai 1.672.125 menunjukkan adanya kesenjangan teknologi yang sangat besar antarnegara.

Variabel *Population Growth* (PG) memiliki rata-rata sebesar 1,39 dengan standar deviasi 1,42. Nilai minimum sebesar -2,55 dan maksimum 5,38 menunjukkan bahwa beberapa negara mengalami penurunan jumlah penduduk, sementara negara lainnya mengalami pertumbuhan populasi yang cukup tinggi. Pada variabel *Carbon Blue Economy* (CBE), diperoleh rata-rata sebesar 5,51 dengan standar deviasi 6,79. Nilai minimum sebesar 0,00 dan maksimum 26,80 menunjukkan adanya variasi yang cukup besar terkait tingkat emisi atau aktivitas karbon dalam sektor ekonomi biru. Selanjutnya, variabel kualitas institusional yang diproksikan melalui *Government Effectiveness* (IQ1) memiliki rata-rata sebesar 0,03 dengan standar deviasi 0,65, sedangkan *Regulatory Quality* (IQ2) memiliki rata-rata sebesar 0,30 dengan standar deviasi 0,66. Nilai minimum IQ1 sebesar -1,16 dan maksimum 1,91, sedangkan IQ2 memiliki rentang antara -1,78 hingga 1,10.

4.3 Hasil Penelitian

4.3.1. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan untuk mengidentifikasi adanya korelasi yang tinggi antarvariabel independen dalam model regresi. Pada penelitian ini, pengujian multikolinearitas dilakukan menggunakan pendekatan *Variance Inflation Factor* (VIF) dan nilai *tolerance* ($1/VIF$). Berdasarkan hasil pengujian persamaan 1 dalam Tabel IV.2, seluruh variabel independen memiliki nilai VIF di bawah ambang batas

kritis 10. Variabel kualitas regulasi (IQ2) memiliki nilai VIF tertinggi sebesar 8,95 dengan nilai *tolerance* sebesar 0,111703, diikuti oleh efektivitas pemerintahan (IQ1) dengan nilai VIF sebesar 8,08 dan *tolerance* sebesar 0,123755. Sementara itu, variabel emisi karbon (CE) memiliki nilai VIF sebesar 2,79, pengembangan teknologi (TD) sebesar 2,67, energi terbarukan (RE) sebesar 1,92, dan ekonomi sirkular biru (CBE) sebesar 1,56. Nilai VIF yang relatif rendah pada variabel-variabel tersebut menunjukkan bahwa hubungan linear antarvariabel independen cenderung lemah sehingga tidak menimbulkan distorsi terhadap estimasi parameter regresi. Selain itu, nilai *Mean VIF* sebesar 4,33 semakin memperkuat bahwa model penelitian terbebas dari permasalahan multikolinearitas.

Tabel IV.2 Uji Multikolinearitas Persamaan 1

Variabel	VIF	1/VIF
IQ2	8.95	0.111703
IQ1	8.08	0.123755
LCE	2.79	0.358283
TD	2.67	0.374050
RE	1.92	0.520820
CBE	1.56	0.641046
Statistik	Nilai	
Mean VIF	4.33	

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Berdasarkan hasil pengujian persamaan 2 pada Tabel IV.3, seluruh variabel independen memiliki nilai VIF yang berada jauh di bawah batas kritis 10. Variabel emisi karbon (CE) memiliki nilai VIF tertinggi sebesar 4,28 dengan nilai *tolerance* sebesar 0,233831. Selanjutnya, variabel energi terbarukan (RE) memiliki nilai VIF sebesar 3,49 dengan *tolerance* sebesar 0,286695. Sedangkan Variabel *Gross Fixed Capital Formation* (GFCF) dan *Climate Risk Exposure* (CRE) masing-masing memiliki nilai VIF sebesar 2,88 dan 2,78. Sementara itu, variabel lag ketahanan

pangan (*L1.FSI*) memiliki nilai VIF sebesar 1,80, diikuti variabel keberlanjutan ekonomi biru (BES) sebesar 1,60 dan pertumbuhan penduduk (PG) sebesar 1,57. Selain itu, nilai *Mean VIF* sebesar 2,63 menunjukkan bahwa secara keseluruhan persamaan 2 terbebas dari permasalahan multikolinearitas.

Tabel IV.3 Uji Multikolinearitas Persamaan 2

Variabel	VIF	1/VIF
CE	4.28	0.233831
RE	3.49	0.286695
GFCF	2.88	0.346628
CRE	2.78	0.359344
L1.FSI	1.80	0.554223
BES	1.60	0.626232
PG	1.57	0.637639
Statistik	Nilai	
Mean VIF	2.63	

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

4.3.2. Uji Diagnostik

Uji diagnostik model pada Persamaan 1 dilakukan untuk memastikan bahwa model estimasi *Generalized Method of Moments* (GMM) yang digunakan telah memenuhi asumsi validitas model dinamis panel. Pengujian ini mencakup uji autokorelasi Arellano-Bond dan uji validitas instrumen melalui *Sargan test*. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel IV.4, uji Arellano-Bond AR(1) menghasilkan nilai statistik sebesar -1,13 dengan probabilitas sebesar 0,256. Nilai probabilitas yang lebih besar dari tingkat signifikansi 5 persen menunjukkan bahwa model tidak mengalami autokorelasi orde pertama. Selanjutnya, uji Arellano-Bond AR(2) menghasilkan nilai statistik sebesar -0,53 dengan probabilitas sebesar 0,599. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi orde kedua pada residual

model. Selain itu, validitas instrumen diuji menggunakan *Sargan test*. Hasil pengujian menunjukkan nilai statistik Sargan sebesar 21,21 dengan probabilitas sebesar 0,667. Nilai probabilitas yang lebih besar dari 0,05 mengindikasikan bahwa instrumen yang digunakan dalam model dinyatakan valid. Dengan kata lain, tidak terdapat korelasi antara instrumen dengan residual model, sehingga instrumen memenuhi syarat eksogenitas.

Tabel IV.4 Uji Diagnostik Model Persamaan 1

Pengujian	Nilai	Probabilitas	Keterangan
Arellano-Bond AR(1)	-1.13	0.256	Tidak terdapat autokorelasi orde pertama
Arellano-Bond AR(2)	-0.53	0.599	Tidak terdapat autokorelasi orde kedua
Sargan Test	21.21	0.667	Instrumen valid
Jumlah Instrumen	17		
Jumlah Observasi	110		
Jumlah Kelompok	11		

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Menurut hasil pengujian persamaan 2 pada Tabel IV.5, uji Arellano-Bond AR(1) menghasilkan nilai statistik sebesar 0,24 dengan probabilitas sebesar 0,813. Nilai probabilitas yang lebih besar dari tingkat signifikansi 5 persen menunjukkan bahwa model tidak mengalami autokorelasi orde pertama. Selanjutnya, hasil uji Arellano-Bond AR(2) menunjukkan nilai statistik sebesar 0,29 dengan probabilitas sebesar 0,772. Hasil ini mengindikasikan bahwa residual model juga tidak mengalami autokorelasi orde kedua. Selanjutnya, uji *Sargan* menunjukkan nilai statistik sebesar 26,77 dengan probabilitas sebesar 0,991. Nilai probabilitas yang jauh lebih besar dari 0,05 menunjukkan tidak terdapat korelasi antara instrumen dengan error term model, sehingga instrumen memenuhi asumsi eksogenitas yang diperlukan dalam estimasi GMM.

Tabel IV.5 Uji Diagnostik Model Persamaan 2

Pengujian	Nilai	Probabilitas	Keterangan
Arellano-Bond AR(1)	0.24	0.813	Tidak terdapat autokorelasi orde pertama
Arellano-Bond AR(2)	0.29	0.772	Tidak terdapat autokorelasi orde kedua
Sargan Test	26.77	0.991	Instrumen valid
Jumlah Instrumen	18		
Jumlah Observasi	110		
Jumlah Kelompok	11		

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

4.3.3 Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis pada Persamaan 1 dilakukan menggunakan pendekatan *Generalized Method of Moments* (GMM) untuk menganalisis pengaruh emisi karbon (CE), energi terbarukan (RE), pengembangan teknologi (LTD), dan ekonomi sirkular biru (CBE) terhadap keberlanjutan ekonomi biru (BES), serta menguji peran moderasi kualitas institusional yang diproksikan melalui efektivitas pemerintahan (IQ1) dan kualitas regulasi (IQ2). Hasil estimasi disajikan pada Tabel IV.6.

Variabel lag keberlanjutan ekonomi biru (*L1.BES*) memiliki koefisien sebesar 0,2802 dengan probabilitas sebesar 0,257. Hasil ini menunjukkan bahwa variabel tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru pada periode saat ini. Sedangkan variabel emisi karbon (CE) menunjukkan koefisien sebesar -7,3278 dan signifikan pada tingkat 1 persen dengan probabilitas sebesar 0,003. Maknanya setiap peningkatan satu satuan emisi karbon akan menurunkan indeks keberlanjutan ekonomi biru sebesar 7,3278 poin. Lalu energi terbarukan (RE) juga menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan koefisien sebesar -0,3581 dan probabilitas sebesar 0,003,

yang signifikan pada tingkat 1 persen. Artinya, setiap peningkatan satu satuan porsi energi terbarukan justru menurunkan indeks keberlanjutan ekonomi biru sebesar 0,3581 poin dalam jangka pendek.

Tabel IV.6 Hasil Estimasi GMM Persamaan 1

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-Statistik	Prob.	Keterangan
L1.BES	0.2802	0.2460	1.14	0.257	Tidak signifikan
CE	-7.3278	2.4393	-3.00	0.003***	Signifikan negatif
RE	-0.3581	0.1168	-3.07	0.003***	Signifikan negatif
LTD	4.0786	1.3858	2.94	0.004***	Signifikan positif
CBE	-0.2230	0.0963	-2.32	0.023**	Signifikan negatif
CBE IQ1	-1.9387	0.6166	-3.14	0.002***	Signifikan negatif
CBE IQ2	3.3409	1.0324	3.24	0.002***	Signifikan positif
Konstanta	76.6187	24.6995	3.10	0.002***	Signifikan

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Sebaliknya, variabel pengembangan teknologi (LTD) memiliki koefisien positif sebesar 4,0786 dan signifikan pada tingkat 1 persen dengan probabilitas sebesar 0,004. Koefisien ini mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satu satuan indeks pengembangan teknologi akan meningkatkan keberlanjutan ekonomi biru sebesar 4,0786 poin. Kemudian, ekonomi sirkular biru (CBE) menunjukkan koefisien negatif sebesar -0,2230 dan signifikan pada tingkat 5 persen dengan probabilitas sebesar 0,023. Nilai ini berarti bahwa setiap peningkatan satu satuan indeks ekonomi sirkular biru akan menurunkan keberlanjutan ekonomi biru sebesar 0,2230 poin dalam jangka pendek.

Pada pengujian efek moderasi, interaksi antara ekonomi sirkular biru dan efektivitas pemerintahan (CBE_IQ1) menunjukkan koefisien negatif sebesar -1,9387 dengan probabilitas sebesar 0,002, yang signifikan pada tingkat 1 persen. Koefisien moderasi ini mengandung makna bahwa kehadiran efektivitas

pemerintahan yang tinggi justru memperburuk pengaruh negatif ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru sebesar 1,9387 poin untuk setiap peningkatan satu satuan interaksi keduanya. Di sisi lain, interaksi antara ekonomi sirkular biru dan kualitas regulasi (CBE_IQ2) memiliki koefisien positif sebesar 3,3409 dan signifikan pada tingkat 1 persen dengan probabilitas sebesar 0,002. Nilai moderasi ini menunjukkan bahwa peningkatan satu satuan interaksi antara ekonomi sirkular biru dan kualitas regulasi akan meningkatkan keberlanjutan ekonomi biru sebesar 3,3409 poin. Sementara itu, konstanta model memiliki koefisien positif sebesar 76,6187 dan signifikan pada tingkat 1 persen dengan probabilitas sebesar 0,002, yang mencerminkan nilai dasar keberlanjutan ekonomi biru ketika seluruh variabel independen bernilai nol.

Secara keseluruhan, hasil estimasi persamaan pertama menunjukkan bahwa pengembangan teknologi dan kualitas regulasi merupakan dua faktor paling determinan dalam mendorong keberlanjutan ekonomi biru, dengan koefisien yang relatif besar dan signifikan pada tingkat kepercayaan tertinggi. Sebaliknya, emisi karbon, energi terbarukan, dan ekonomi sirkular biru masih menunjukkan dampak negatif dalam jangka pendek yang secara kolektif mengindikasikan adanya biaya transisi struktural menuju pembangunan ekonomi biru berkelanjutan. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya kebijakan yang tidak hanya mendorong adopsi energi bersih dan model sirkular, tetapi juga memastikan tersedianya kerangka regulasi yang kuat dan teknologi yang memadai sebagai prasyarat keberhasilan transisi tersebut.

Pengujian hipotesis pada persamaan kedua dilakukan untuk menganalisis pengaruh keberlanjutan ekonomi biru (BES), emisi karbon (CE), energi terbarukan (RE), pembentukan modal tetap bruto (GFCF), pertumbuhan penduduk (PG), serta paparan risiko iklim (CRE) terhadap ketahanan pangan (FSI). Selain itu, penelitian ini juga menguji peran moderasi kualitas institusional yang diproksikan melalui efektivitas pemerintahan (IQ1) dan kualitas regulasi (IQ2). Hasil estimasi ditampilkan pada Tabel IV.7.

Variabel lag ketahanan pangan (L1.FSI) memiliki koefisien positif sebesar 1,3711 dan signifikan pada tingkat 1 persen dengan probabilitas sebesar 0,000. Nilai koefisien yang melampaui angka satu ini mengandung makna bahwa setiap peningkatan satu satuan prevalensi kekurangan gizi pada periode sebelumnya akan mendorong peningkatan prevalensi kekurangan gizi pada periode saat ini sebesar 1,3711 poin. Selanjutnya, keberlanjutan ekonomi biru (BES) menunjukkan koefisien negatif sebesar -0,1988 dan signifikan pada tingkat 1 persen dengan probabilitas sebesar 0,004. Koefisien ini mengandung makna bahwa setiap peningkatan satu satuan indeks keberlanjutan ekonomi biru akan menurunkan prevalensi kekurangan gizi sebesar 0,1988 poin.

Lalu, variabel emisi karbon (CE) menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap ketahanan pangan dengan koefisien sebesar 0,7848 dan probabilitas sebesar 0,011, yang signifikan pada tingkat 5 persen. Nilai ini berarti bahwa setiap peningkatan satu satuan emisi karbon akan meningkatkan prevalensi kekurangan gizi sebesar 0,7848 poin. Sementara itu, variabel energi terbarukan (RE) memiliki koefisien positif sebesar 0,0465 dan signifikan pada tingkat 1 persen

dengan probabilitas sebesar 0,006. Artinya, setiap peningkatan satu satuan porsi energi terbarukan akan meningkatkan prevalensi kekurangan gizi sebesar 0,0465 poin.

Tabel IV. 7 Hasil Estimasi GMM Persamaan 2

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-Statistik	Prob.	Keterangan
L1.FSI	1.3711	0.1080	12.70	0.000***	Signifikan positif
BES	-0.1988	0.0683	-2.91	0.004***	Signifikan negatif
LCE	0.7848	0.3014	2.60	0.011**	Signifikan positif
RE	0.0465	0.0167	2.79	0.006***	Signifikan positif
GFCF	-0.0702	0.0283	-2.48	0.015**	Signifikan negatif
PG	0.1503	0.0868	1.73	0.087*	Signifikan positif
CRE	2.3696	1.0031	2.36	0.020**	Signifikan positif
CRE_IQ1	2.2567	1.0307	2.19	0.031**	Signifikan positif
CRE_IQ2	-2.0793	0.9730	-2.14	0.035**	Signifikan negatif
Konstanta	-23.1101	7.2462	-3.19	0.002***	Signifikan

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Sebaliknya, variabel pembentukan modal tetap bruto (GFCF) menunjukkan koefisien negatif sebesar -0,0702 dan signifikan pada tingkat 5 persen dengan probabilitas sebesar 0,015. Nilai ini mengandung makna bahwa setiap peningkatan satu satuan rasio GFCF akan menurunkan prevalensi kekurangan gizi sebesar 0,0702 poin. Selanjutnya, pertumbuhan penduduk (PG) memiliki koefisien positif sebesar 0,1503 dan signifikan pada tingkat 10 persen dengan probabilitas sebesar 0,087. Nilai koefisien ini berarti bahwa setiap peningkatan satu persen pertumbuhan penduduk akan meningkatkan prevalensi kekurangan gizi sebesar 0,1503 poin, yang berarti memperburuk ketahanan pangan. Sementara itu, variabel paparan risiko iklim (CRE) menunjukkan koefisien positif sebesar 2,3696 dan signifikan pada tingkat 5 persen dengan probabilitas sebesar 0,020. Koefisien ini mengandung

makna bahwa setiap peningkatan satu satuan indeks paparan risiko iklim akan meningkatkan prevalensi kekurangan gizi sebesar 2,3696 poin.

Pada pengujian efek moderasi, interaksi antara paparan risiko iklim dan efektivitas pemerintahan (CRE_IQ1) menunjukkan koefisien positif sebesar 2,2567 dan signifikan pada tingkat 5 persen dengan probabilitas sebesar 0,031. Nilai moderasi ini mengandung makna bahwa kehadiran efektivitas pemerintahan yang tinggi justru memperkuat pengaruh positif paparan risiko iklim terhadap prevalensi kekurangan gizi sebesar 2,2567 poin untuk setiap peningkatan satu satuan interaksi keduanya. Sebaliknya, interaksi antara paparan risiko iklim dan kualitas regulasi (CRE_IQ2) menunjukkan koefisien negatif sebesar -2,0793 dan signifikan pada tingkat 5 persen dengan probabilitas sebesar 0,035. Nilai moderasi negatif ini berarti bahwa peningkatan satu satuan interaksi antara paparan risiko iklim dan kualitas regulasi akan menurunkan prevalensi kekurangan gizi sebesar 2,0793 poin. Konstanta model memiliki koefisien negatif sebesar -23,1101 dan signifikan pada tingkat 1 persen dengan probabilitas sebesar 0,002, yang mencerminkan nilai dasar prevalensi undernourishment ketika seluruh variabel independen bernilai nol dan mengkonfirmasi validitas struktural model secara keseluruhan.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Keberlanjutan Ekonomi Biru

Pengaruh emisi karbon terhadap keberlanjutan ekonomi biru

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan emisi karbon berpengaruh terhadap penurunan keberlanjutan ekonomi biru. Temuan ini mengindikasikan

semakin tinggi tingkat emisi karbon yang dihasilkan, maka semakin besar tekanan lingkungan yang dapat mengganggu keberlanjutan aktivitas ekonomi berbasis kelautan dan pesisir. Menurut perspektif teori pembangunan berkelanjutan, khususnya SDGs poin 13 (*climate action*), emisi karbon dipandang sebagai salah satu penyebab utama perubahan iklim yang berdampak pada kerusakan ekosistem laut.

Bila dipandang dari sisi *maqasyid alsyariah*, tingginya emisi karbon mencerminkan aktivitas pembangunan yang belum sepenuhnya memperhatikan prinsip kemaslahatan. Penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa peningkatan emisi karbon mempercepat kerusakan ekosistem laut, melampaui daya dukung lingkungan, serta meningkatkan degradasi wilayah pesisir sehingga menghambat keberlanjutan pembangunan dan efektivitas implementasi ekonomi biru (Hoegh-Guldberg & Bruno, 2010; Rhoden, 2025; Rockström dkk., 2009).

Pengaruh energi terbarukan terhadap keberlanjutan ekonomi biru

Hasil estimasi menunjukkan bahwa energi terbarukan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan koefisien sebesar -0,3581 pada tingkat signifikansi 1 persen. Secara arah temuan ini bertentangan dengan prediksi teori pembangunan berkelanjutan dalam kerangka SDG ke-13 yang menempatkan energi terbarukan sebagai instrumen utama dalam mendukung pembangunan rendah karbon dan mengurangi kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil. Penyebab utama yang menjelaskan hasil paradoks ini

terletak pada proporsi penggunaan energi terbarukan yang masih sangat kecil di sebagian besar negara sampel penelitian, sehingga secara empiris belum mampu menghasilkan dampak positif yang signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru.

Berdasarkan data Energy Institute, energi terbarukan secara global baru menyumbang sekitar 7,3 persen dari total konsumsi energi primer pada tahun 2024, meskipun kapasitas energi angin dan surya tumbuh 16 persen dalam periode yang sama (Energy Institute, 2025). Angka ini mencerminkan bahwa pertumbuhan kapasitas energi terbarukan yang pesat belum diikuti oleh peningkatan proporsinya dalam bauran energi secara keseluruhan, karena pertumbuhan energi terbarukan terjadi secara adisional di atas konsumsi energi fosil yang terus meningkat, bukan sebagai pengganti energi fosil.

Kondisi ini secara khusus tercermin dalam struktur energi negara-negara BRICS yang menjadi sampel penelitian. Di tingkat negara, China memimpin ekspansi energi terbarukan global dengan menyumbang 55 persen dari seluruh penambahan kapasitas energi terbarukan dunia pada tahun 2023. Di sisi lain China juga menjadi negara dengan konsumsi batu bara terbesar di dunia. India menghadapi situasi serupa, di mana konsumsi batu baranya kini melampaui konsumsi gabungan Eropa dan Amerika Utara (Igini, 2024). Sementara itu, Rusia masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil lebih dari 60,4 persen untuk pembangkitan listriknya pada tahun 2023 (Advanced Energy Network & Research Technologies, 2024).

Sedangkan dari perspektif teori pembangunan berkelanjutan, temuan ini mengindikasikan bahwa energi terbarukan baru berada pada fase awal transisi

struktural di negara-negara BRICS, di mana biaya adaptasi, keterbatasan infrastruktur grid, dan belum terintegrasinya teknologi energi terbarukan. Sementara dari perspektif *maqashid al-syariah*, kondisi ini mencerminkan bahwa pengembangan energi terbarukan yang belum merata dan belum mampu menggantikan dominasi energi fosil secara substantif belum sepenuhnya mewujudkan prinsip kemaslahatan. Temuan ini berbeda dengan berbagai penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa energi terbarukan mampu mendukung transisi ekonomi rendah karbon, menurunkan emisi sektor maritim, serta memperkuat keberlanjutan ekonomi biru melalui perlindungan ekosistem laut dan peningkatan efisiensi ekonomi jangka panjang (Barbier, 2012; Wang dkk., 2024).

Pengaruh pengembangan teknologi terhadap keberlanjutan ekonomi biru

Peningkatan pengembangan teknologi berpengaruh positif terhadap keberlanjutan ekonomi biru. Sesuai perspektif teori pembangunan berkelanjutan, khususnya poin 9 (industry, Innovation, and Infrastructure) SDGs, inovasi teknologi dipandang sebagai instrumen penting dalam mendorong industrialisasi berkelanjutan, efisiensi sumber daya, dan pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan. Teknologi yang semakin berkembang memungkinkan penerapan sistem produksi yang lebih efisien, penggunaan energi lebih bersih, serta pengelolaan sumber daya laut optimal sehingga mampu memperkuat keberlanjutan ekonomi biru.

Selain itu, dalam perspektif *maqashid al-syariah*, pengembangan teknologi sejalan dengan tujuan menjaga kemaslahatan manusia (*maslahah*) melalui

perlindungan harta (*hifz al-mal*) dan lingkungan sebagai bagian dari tanggung jawab khalifah dalam menjaga keberlanjutan sumber daya alam. Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa peningkatan paten domestik mencerminkan penguatan inovasi dan kapasitas teknologi nasional yang mampu mendorong efisiensi produksi, adopsi teknologi ramah lingkungan, daya saing ekonomi, serta keberlanjutan pembangunan jangka panjang.

Pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru

Hasil estimasi menunjukkan bahwa ekonomi sirkular biru berpengaruh negatif dan signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan koefisien sebesar -0,2230 pada tingkat signifikansi 5 persen. Temuan ini secara arah bertentangan dengan prediksi teori pembangunan berkelanjutan dalam kerangka SDG ke-12 yang menempatkan ekonomi sirkular biru sebagai instrumen strategis dalam mewujudkan konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab melalui efisiensi sumber daya, pengurangan limbah laut, daur ulang, serta pemanfaatan kembali sumber daya kelautan secara berkelanjutan.

Realitas di lapangan menunjukkan bahwa implementasi ekonomi sirkular biru di negara-negara BRICS masih berada pada tahap awal dan sangat tidak merata antar negara. Meskipun China memiliki kebijakan ekonomi sirkular yang paling ambisius di antara negara-negara BRICS dengan program daur ulang skala besar dan sistem pemilahan sampah wajib di berbagai kota (Tahlela & Netswela, 2026). Kondisi ini semakin diperjelas oleh fakta bahwa sektor kelautan dan maritim di

negara-negara BRICS masih menghadapi persoalan serius dalam pengelolaan limbah berbasis laut. Diperkirakan sekitar 15 juta metrik ton sampah plastik masuk ke lautan setiap tahun, dan angka ini diproyeksikan meningkat tajam pada 2040 (World Bank, 2025). Secara global, hanya sekitar 9 persen plastik yang berhasil didaur ulang, sementara sekitar 22 persen sampah plastik dunia tidak terkumpul, dibuang sembarangan, atau berakhir sebagai sampah di lingkungan terbuka (The Ocean Cleanup, 2023). Hal itu mencerminkan betapa jauhnya jarak antara konsep ekonomi sirkular dengan implementasi riilnya di sektor kelautan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi ekonomi sirkular biru masih menghadapi berbagai kendala seperti keterbatasan teknologi, rendahnya kesiapan infrastruktur, lemahnya regulasi, serta tingginya biaya transisi menuju sistem produksi yang lebih sirkular. Selain itu, dalam perspektif *maqashid al-syariah*, konsep ekonomi sirkular sejatinya sejalan dengan prinsip menjaga kemaslahatan dan mencegah kerusakan (*mafsadah*) sebagai bentuk perlindungan terhadap harta (*hifz al-mal*) dan lingkungan bagi generasi mendatang. Temuan ini berbeda dengan berbagai penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa ekonomi sirkular biru mampu menciptakan sistem ekonomi maritim yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan melalui penerapan prinsip sirkular dalam mendukung pembangunan berkelanjutan (Geissdoerfer dkk., 2017b; Cheng & Xu, 2021; Mignacca dkk., 2025).

Pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan kualitas institusi sebagai variabel moderasi

Hasil pengujian efek moderasi menunjukkan bahwa efektivitas pemerintahan justru memperlemah pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru. Sebaliknya, interaksi antara ekonomi sirkular biru dan kualitas regulasi (CBE_IQ2) mengindikasikan bahwa kualitas regulasi mampu memperkuat pengaruh ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru. Dalam perspektif teori pembangunan berkelanjutan, khususnya poin 16 (peace, justice, and strong institutions) SDGs, kualitas institusional dipandang sebagai faktor penting dalam menentukan efektivitas pengelolaan sumber daya alam, implementasi kebijakan lingkungan, dan keberhasilan pembangunan berkelanjutan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas pemerintahan yang belum optimal kemungkinan masih menghadapi persoalan birokrasi, lemahnya koordinasi kelembagaan, serta ketidakefisienan implementasi kebijakan sehingga belum mampu mendukung efektivitas ekonomi sirkular biru dalam memperkuat keberlanjutan ekonomi biru. Berdasarkan data *Worldwide Governance Indicators* (WGI) tahun 2023, skor *percentile rank* efektivitas pemerintahan di negara-negara BRICS menunjukkan kondisi yang mengkhawatirkan. Rusia hanya mencatatkan *percentile rank* sebesar 26,42 persen pada tahun 2023, yang berarti sekitar 73 persen negara di dunia memiliki efektivitas pemerintahan yang lebih baik dari Rusia. Skor estimasi efektivitas pemerintahan Rusia tercatat sebesar -0,71 pada skala -2,5 hingga 2,5, mencerminkan kinerja di bawah rata-rata global dalam hal kualitas layanan publik, kompetensi birokrasi, dan kredibilitas implementasi

kebijakan. Brazil mencatatkan *percentile rank* sebesar 32,08 persen pada tahun 2023, sementara Afrika Selatan berada di posisi negatif dengan skor estimasi sebesar -0,257 pada tahun yang sama. Hanya China yang mencatatkan *percentile rank* relatif lebih tinggi sebesar 73,58 persen pada tahun 2023, namun bahkan pencapaian ini tidak serta merta menjamin efektivitas implementasi kebijakan ekonomi sirkular biru di sektor kelautan (Trading Economics, 2026).

Sebaliknya, kualitas regulasi yang baik mampu menciptakan kepastian hukum, memperkuat pengawasan lingkungan, serta mendorong implementasi praktik ekonomi sirkular yang lebih efektif dan berkelanjutan di sektor maritim dan kelautan. Menurut *maqashid al-syariah*, kualitas institusional yang baik mencerminkan prinsip keadilan (*al-'adl*), kemaslahatan, dan tanggung jawab dalam menjaga sumber daya alam sebagai amanah bagi generasi mendatang. Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh Barbier dan Burgess (2021) yang menjelaskan bahwa kualitas institusional mencakup hukum, regulasi pemerintah, perlindungan hak, dan pelayanan publik yang membentuk efektivitas tata kelola suatu negara. Selain itu, Lemos dan Agrawal (2006); Partelow dkk. (2020) menegaskan bahwa keberhasilan pengelolaan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan sangat ditentukan oleh kapasitas institusi dalam merancang kebijakan, menegakkan regulasi, dan mengoordinasikan berbagai kepentingan lintas sektor secara efektif.

4.4.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Ketahanan Pangan

Pengaruh keberlanjutan ekonomi biru terhadap ketahanan pangan

Salah satu faktor peningkatan ketahanan pangan terletak pada keberlanjutan ekonomi biru. Pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan berperan penting dalam menjaga ketersediaan pangan, meningkatkan akses masyarakat terhadap sumber pangan bergizi, serta memperkuat stabilitas sistem pangan dalam jangka panjang (Samy-Kamal, 2025). Hal tersebut sejalan dengan teori pembangunan berkelanjutan yang menekankan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan sosial.

Sedangkan menurut *maqashid alsyariah*, keberlanjutan ekonomi biru juga sejalan dengan tujuan menjaga kehidupan (*hifz al-nafs*) dan menjaga harta (*hifz al-mal*) melalui pemanfaatan sumber daya laut secara bertanggung jawab. Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa ekonomi biru melalui sektor perikanan, akuakultur, dan budidaya pesisir berkontribusi terhadap peningkatan produksi pangan, nutrisi masyarakat, dan stabilitas ketahanan pangan, meskipun efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh tantangan eksploitasi sumber daya, pencemaran, perubahan iklim, dan lemahnya tata kelola maritime (Hussain dkk., 2018; Kah & Raimi, 2022; Ningsih dkk., 2024; Saba dkk., 2024; Siti Aisyah dkk., 2025).

Pengaruh emisi karbon terhadap ketahanan pangan

Sementara itu, pengaruh emisi karbon melemahkan ketahanan pangan. Temuan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat emisi karbon yang

dihasilkan, semakin besar tekanan terhadap sistem pangan melalui perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan terganggunya stabilitas produksi pangan (Segbefia dkk., 2023). Emisi karbon dipandang sebagai salah satu faktor utama penyebab perubahan iklim yang dapat mengancam keberlanjutan sistem pangan global berdasarkan teori pembangunan berkelanjutan, khususnya pada poin 13 SDGs (*Climate Action*).

Kerusakan lingkungan akibat tingginya emisi karbon dipandang bertentangan dengan prinsip *maqashid al-syariah*, karena dapat mengancam keberlangsungan hidup manusia. Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa peningkatan emisi karbon dan gas rumah kaca dapat memperburuk ketahanan pangan melalui perubahan iklim dan penurunan produktivitas pertanian, sehingga diperlukan pengendalian emisi dan penerapan pertanian berkelanjutan untuk menjaga stabilitas pangan jangka Panjang (Edoja dkk., 2016; Kumar dkk., 2015; Sonwani & Saxena, 2022; Valin dkk., 2013).

Pengaruh energi terbarukan terhadap ketahanan pangan

Penggunaan energi terbarukan dalam jangka pendek justru berkorelasi dengan penurunan ketahanan pangan. Temuan ini tidak sejalan dengan hipotesis penelitian yang memprediksi bahwa energi terbarukan mampu memperkuat ketahanan pangan melalui pengurangan emisi karbon dan peningkatan keberlanjutan lingkungan. Menurut teori pembangunan berkelanjutan, khususnya poin 13 (*climate Action*) SDGs, energi terbarukan dipandang sebagai instrumen penting dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan menekan

dampak perubahan iklim yang mengancam sistem pangan global. Namun demikian, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa proses transisi menuju energi bersih dalam jangka pendek masih dapat menimbulkan *trade-off* terhadap sektor pangan.

Ketidaksesuaian ini dapat dipahami apabila dicermati bahwa proporsi energi terbarukan dalam bauran energi total BRICS masih sangat terbatas. Meskipun kapasitas non-fosil BRICS baru melampaui 50% kapasitas terpasang pada 2024, angka tersebut hanya mencerminkan kapasitas instalasi, bukan konsumsi energi primer aktual. Bahan bakar fosil masih mendominasi dalam penggunaan sehari-hari di negara anggota BRICS. Misalnya China mengonsumsi sekitar 140 exajoule fosil pada 2023, sementara Rusia dan India tetap bergantung besar pada batu bara dan gas (Visual Capitalist, 2024; Global Energy Monitor, 2024).

Selain itu, tingginya biaya investasi dan penyesuaian teknologi energi bersih juga dapat meningkatkan biaya produksi sektor pertanian sehingga memperlemah akses dan stabilitas pangan masyarakat (Kurmanov dkk., 2025). Sedangkan dari sudut pandang *maqashid al-syariah*, kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan energi harus tetap mempertimbangkan prinsip kemaslahatan (*maslahah*) dan menjaga kehidupan (*hifz al-nafs*) agar transisi energi tidak menimbulkan dampak negatif terhadap pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat. Temuan ini berbeda dengan berbagai penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa energi terbarukan mampu mendukung ketahanan pangan melalui peningkatan efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan, meskipun efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh tata kelola transisi energi dan potensi trade-off antara kebutuhan

energi dan pangan (Asamoah, 2020; Kipkoech dkk., 2022; Neupane dkk., 2022; Rehman dkk., 2024).

Pengaruh pembentukan modal tetap bruto terhadap ketahanan pangan

Selanjutnya, peningkatan pembentukan modal tetap bruto berkontribusi terhadap peningkatan ketahanan pangan. Temuan ini menunjukkan bahwa investasi pada aset tetap, infrastruktur, dan modal produktif mampu memperkuat kapasitas produksi pangan, meningkatkan efisiensi distribusi, serta menjaga stabilitas sistem pangan (Huang & Ma, 2010). Investasi modal mendorong pembangunan infrastruktur, inovasi teknologi, dan industrialisasi berkelanjutan dalam perspektif teori pembangunan berkelanjutan, khususnya poin 9 (*industry, Innovation, and Infrastructure*) SDGs.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian yang menegaskan bahwa peningkatan pembentukan modal tetap bruto mampu meningkatkan investasi produktif, produktivitas sektor pangan, efisiensi distribusi, serta stabilitas ketahanan pangan (Gallo & Epps, 1994; Huang & Ma, 2010; Nyajure Achar dkk., 2024). Menurut perspektif *maqashid al-syariah*, investasi produktif juga sejalan dengan prinsip menjaga harta (*hifz al-mal*) dan menjaga kehidupan (*hifz al-nafs*) karena pembangunan infrastruktur dan peningkatan produktivitas pangan menjadi bagian dari upaya menciptakan kemaslahatan masyarakat.

Pengaruh pertumbuhan penduduk terhadap ketahanan pangan

Hasil lain penelitian memperlihatkan bahwa pertumbuhan penduduk berkontribusi terhadap meningkatnya prevalensi kekurangan gizi masyarakat sehingga melemahkan ketahanan pangan. Temuan ini menunjukkan bahwa pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas produksi pangan, distribusi, dan akses pangan dapat menimbulkan tekanan besar terhadap sistem pangan nasional (Miladinov, 2023). Berdasarkan tujuan SDGs poin 11 (*sustainable cities and communities*), pertumbuhan populasi harus diimbangi dengan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, pembangunan infrastruktur pangan, dan peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Bila dipandang dari *maqashid al-syariah*, pertumbuhan penduduk tanpa diimbangi dengan ketersediaan pangan yang banyak akan mengancam keselamatan seseorang sehingga dapat terindikasi melanggar prinsip tersebut. Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa pertumbuhan penduduk yang tinggi dapat meningkatkan prevalensi kekurangan gizi dan kerawanan pangan akibat meningkatnya tekanan terhadap sumber daya pangan dan kapasitas produksi pertanian (Aiyedogbon dkk., 2022; Cheeseman, 2016; Hall dkk., 2017; Klaus M. Leisinger dkk., 2002).

Pengaruh paparan resiko iklim terhadap ketahanan pangan

Faktor lain dari ketahanan pangan berkaitan dengan peningkatan paparan resiko iklim. Temuan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi risiko iklim yang dihadapi suatu negara, maka semakin besar gangguan terhadap sistem produksi,

distribusi, dan stabilitas pangan sehingga memperbesar potensi kerawanan pangan masyarakat (Osman, 2023). Menurut teori pembangunan berkelanjutan dalam Tujuan SDGs poin 13 (*climate action*), perubahan iklim dipandang sebagai ancaman serius terhadap keberlanjutan sistem pangan global karena dapat menurunkan produktivitas pertanian, memperburuk degradasi lingkungan, dan meningkatkan ketidakpastian pasokan pangan.

Hasil penelitian ini diperkuat dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa perubahan iklim dapat menurunkan produktivitas pangan dan memperburuk ketahanan pangan, khususnya di negara berkembang yang memiliki kapasitas adaptasi iklim yang rendah (D’Orazio, 2021; Mirzabaev dkk., 2023; Wollenberg dkk., 2016). Sedangkan dilihat dari perspektif *maqashid al-syariah*, kondisi tersebut bertentangan dengan tujuan menjaga kehidupan (*hifz al-nafs*) dan menjaga keturunan (*hifz al-nasl*) karena ketahanan pangan menjadi bagian penting dalam menjamin keberlangsungan hidup dan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan.

Pengaruh paparan risiko iklim terhadap ketahanan pangan dengan kualitas institusi sebagai variabel moderasi

Hasil pengujian efek moderasi memperlihatkan variabel efektivitas pemerintahan justru memperkuat pengaruh paparan risiko iklim terhadap penurunan ketahanan pangan. Sebaliknya, kualitas regulasi mampu memperlemah dampak negatif paparan risiko iklim terhadap ketahanan pangan. Menurut perspektif pembangunan berkelanjutan yang tertuang dalam SDGs poin 16

(perdamaian, keadilan, dan lembaga kuat), kualitas institusional menjadi faktor penting dalam memperkuat kapasitas negara dalam menghadapi perubahan iklim dan menjaga stabilitas sistem pangan. Efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi mencerminkan kemampuan institusi dalam merancang kebijakan adaptif, mengoordinasikan lintas sektor, serta menegakkan aturan yang mendukung ketahanan pangan dan mitigasi risiko iklim.

Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas pemerintahan belum mampu secara optimal menekan dampak risiko iklim terhadap kerawanan pangan. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh lemahnya implementasi kebijakan, keterbatasan kapasitas birokrasi, ketidakefisienan distribusi bantuan pangan, serta lambatnya respons pemerintah dalam menangani krisis pangan dan perubahan iklim. Pada beberapa negara berkembang, efektivitas pemerintahan sering kali lebih berorientasi pada stabilitas administrasi dan pertumbuhan ekonomi makro dibandingkan penguatan perlindungan pangan masyarakat rentan (FAO, 2024).

Di India, sekitar 30% wilayah daratan berada di bawah kondisi kekeringan berbagai derajat pada September 2023, dengan 11,5% mengalami kondisi kering "parah" hingga "ekstrem" (FAO, 2025). Sedangkan di Afrika Selatan, kondisi serupa terjadi. Kerangka adaptasi perubahan iklim di Afrika Selatan menghadapi kelemahan serius, termasuk kepemimpinan terfragmentasi antar tingkat pemerintahan, mekanisme akuntabilitas yang lemah, kapasitas dan keahlian terbatas, keterlibatan komunitas tidak memadai, pendanaan kurang, serta keterlambatan birokrasi (Adom, 2025).

Sebaliknya, kualitas regulasi yang baik mampu menciptakan kepastian kebijakan, memperkuat sistem pengawasan, mendorong investasi adaptasi iklim, serta meningkatkan efektivitas implementasi strategi ketahanan pangan sehingga mampu mengurangi dampak negatif risiko iklim terhadap sistem pangan nasional (Cassimon dkk., 2022).

Sedangkan bila disaksikan dari sudut pandang *maqashid al-syariah*, penguatan kualitas institusional sejalan dengan prinsip menjaga kehidupan (*hifz al-nafs*) dan menjaga kemaslahatan (*maslahah*) karena tata kelola yang baik diperlukan untuk melindungi masyarakat dari ancaman kerawanan pangan akibat perubahan iklim. Temuan penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa kualitas institusi memiliki peran strategis dalam memperkuat ketahanan pangan. (Ibrahim dkk., 2023) menjelaskan bahwa kualitas institusi yang baik mampu meningkatkan efektivitas kebijakan perdagangan dan memperkuat tata kelola pangan secara lebih efisien di negara-negara Sub-Sahara Afrika. Selanjutnya, (Oyelami dkk., 2023b) menegaskan bahwa efektivitas pemerintahan, stabilitas politik, kualitas regulasi, pengendalian korupsi, dan supremasi hukum berkontribusi penting dalam menciptakan sistem pangan yang stabil, meskipun pengaruhnya belum optimal di beberapa negara akibat lemahnya implementasi kebijakan dan kapasitas tata kelola.

Koordinasi kelembagaan yang kuat antara pemerintah pusat, daerah, dan komunitas lokal menjadi faktor penting dalam menjaga ketahanan pangan di wilayah rawan perubahan iklim melalui penguatan distribusi pangan dan respons kebijakan yang adaptif (Bulkis dkk., 2026). Selain itu, (Knani dkk., 2026)

menunjukkan bahwa kualitas institusi yang tinggi mampu meningkatkan produksi pangan melalui pengurangan ketidakpastian regulasi dan peningkatan investasi pertanian, sedangkan Tang dkk. (2026) menegaskan bahwa stabilitas politik dan kualitas institusi secara signifikan memperkuat ketahanan pangan negara-negara BRICS melalui peningkatan efisiensi produksi, dukungan finansial, dan lingkungan kebijakan yang kondusif. Kualitas institusi menjadi faktor penting dalam menentukan kemampuan negara untuk menghadapi tekanan risiko iklim terhadap ketahanan pangan. Namun, efektivitas pemerintahan tidak selalu mampu memberikan dampak positif apabila tidak didukung implementasi kebijakan yang responsif dan berorientasi pada perlindungan pangan masyarakat. Sebaliknya, kualitas regulasi yang baik terbukti lebih efektif dalam memperkuat kapasitas adaptasi sistem pangan terhadap perubahan iklim melalui kebijakan yang konsisten, adaptif, dan berkelanjutan.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pada persamaan pertama, emisi karbon terbukti berpengaruh negatif dan signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan koefisien sebesar -7,3278 pada tingkat signifikansi 1 persen. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas ekonomi berbasis laut yang masih bergantung pada energi fosil menciptakan tekanan ekologis yang menghambat keberlanjutan sektor ekonomi biru secara jangka panjang. Sejalan dengan hal tersebut, energi terbarukan juga menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan koefisien sebesar -0,3581 pada tingkat signifikansi 1 persen. Kondisi ini mengindikasikan bahwa dalam jangka pendek, transisi menuju energi terbarukan masih menanggung biaya adaptasi yang tinggi serta belum optimalnya integrasi energi terbarukan ke dalam rantai nilai sektor ekonomi biru di berbagai negara sampel.

Berbeda dari kedua variabel tersebut, pengembangan teknologi justru berpengaruh positif dan signifikan terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan koefisien sebesar 4,0786 pada tingkat signifikansi 1 persen. Hal tersebut menegaskan bahwa inovasi dan adopsi teknologi menjadi faktor kunci dalam mendorong efisiensi dan keberlanjutan sektor ekonomi biru. Sementara itu, ekonomi sirkular biru menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan dengan koefisien sebesar -0,2230. Temuan itu mengindikasikan bahwa implementasi prinsip ekonomi sirkular pada sektor biru masih berada dalam tahap transisi

sehingga biaya restrukturisasi sistem produksi dan distribusi dalam jangka pendek belum mampu menghasilkan manfaat keberlanjutan yang optimal.

Terkait peran moderasi kualitas institusional pada persamaan pertama, efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi menunjukkan arah moderasi yang berbeda terhadap hubungan antara ekonomi sirkular biru dan keberlanjutan ekonomi biru. Efektivitas pemerintahan terbukti memperkuat pengaruh negatif ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru dengan koefisien sebesar -1,9387 pada tingkat signifikansi 1 persen. Hal itu mengindikasikan bahwa kapasitas birokrasi yang tinggi belum tentu menghasilkan kebijakan transisi yang responsif apabila tidak disertai desain kebijakan tepat sasaran. Sebaliknya, kualitas regulasi mampu memperlemah dampak negatif tersebut dengan koefisien positif sebesar 3,3409 pada tingkat signifikansi 1 persen, karena regulasi yang berkualitas menciptakan kepastian kebijakan, memperkuat tata kelola, dan mendorong efektivitas implementasi kebijakan ekonomi sirkular biru secara berkelanjutan.

Pada persamaan kedua, keberlanjutan ekonomi biru terbukti berpengaruh negatif dan signifikan terhadap ketahanan pangan dengan koefisien sebesar -0,1988 pada tingkat signifikansi 1 persen. Hal ini berarti bahwa peningkatan indeks keberlanjutan ekonomi biru mampu menurunkan prevalensi kekurangan gizi sehingga memperkuat ketahanan pangan melalui kontribusinya terhadap ketersediaan dan stabilitas pasokan pangan dari sumber daya laut dan pesisir. Emisi karbon menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap ketahanan pangan dengan koefisien sebesar 0,7848 pada tingkat signifikansi 5 persen yang berarti

peningkatan emisi karbon memperburuk prevalensi kekurangan gizi akibat gangguan pada sistem produksi dan distribusi pangan.

Energi terbarukan juga menunjukkan pengaruh positif dan signifikan dengan koefisien sebesar 0,0465 pada tingkat signifikansi 1 persen. Hal itu menunjukkan bahwa dalam jangka pendek terdapat kompetisi penggunaan lahan antara sektor energi terbarukan dan sektor pangan sehingga menekan ketersediaan pangan. Pembentukan modal tetap bruto berpengaruh negatif dan signifikan terhadap ketahanan pangan dengan koefisien sebesar -0,0702 pada tingkat signifikansi 5 persen yang memperlihatkan bahwa investasi produktif pada infrastruktur dan kapasitas produksi mampu menurunkan prevalensi kekurangan gizi secara struktural. Pertumbuhan penduduk berpengaruh positif dan signifikan dengan koefisien sebesar 0,1503 pada tingkat signifikansi 10 persen, mencerminkan bahwa tekanan permintaan pangan yang melampaui kapasitas produksi dan distribusi memperburuk kondisi ketahanan pangan, khususnya di negara berkembang. Paparan risiko iklim juga berpengaruh positif dan signifikan dengan koefisien sebesar 2,3696 pada tingkat signifikansi 5 persen, yang menegaskan bahwa tekanan perubahan iklim secara langsung melemahkan stabilitas sistem pangan terutama di negara-negara yang rentan terhadap bencana hidrometeorologi.

Terkait peran moderasi kualitas institusional pada persamaan kedua, efektivitas pemerintahan dan kualitas regulasi kembali menunjukkan arah moderasi yang berlawanan terhadap hubungan antara paparan risiko iklim dan ketahanan pangan. Efektivitas pemerintahan justru memperkuat pengaruh negatif paparan risiko iklim terhadap ketahanan pangan dengan koefisien positif sebesar 2,2567

pada tingkat signifikansi 5 persen, yang mengindikasikan bahwa kapasitas pemerintahan yang tinggi belum cukup melindungi ketahanan pangan apabila tidak disertai kebijakan adaptasi iklim yang responsif dan berpihak pada kelompok rentan. Sebaliknya, kualitas regulasi mampu memperlemah dampak negatif risiko iklim terhadap ketahanan pangan dengan koefisien sebesar -2,0793 pada tingkat signifikansi 5 persen, karena regulasi yang adaptif, konsisten, dan berorientasi keberlanjutan mampu menciptakan sistem perlindungan pangan yang lebih tangguh dalam menghadapi tekanan perubahan iklim.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa transisi menuju pembangunan ekonomi biru yang berkelanjutan sekaligus berketahanan pangan memerlukan strategi kebijakan terintegrasi. Hal tersebut mencakup penguatan tata kelola institusi dan kualitas regulasi, akselerasi pengembangan dan adopsi teknologi hijau. Selain itu, peningkatan investasi produktif pada infrastruktur pangan dan energi, serta integrasi kebijakan ekonomi biru, ketahanan pangan, dan adaptasi perubahan iklim juga harus diimplementasikan sebagai satu kesatuan agenda pembangunan berkelanjutan.

5.2 Implikasi dan Saran

Implikasi Penelitian

Hasil penelitian ini memberikan implikasi teoritis bahwa hubungan antara ekonomi biru, transisi energi, perubahan iklim, dan ketahanan pangan bersifat multidimensional serta sangat dipengaruhi oleh kualitas institusional. Penelitian ini memperkuat perspektif pembangunan berkelanjutan dan *maqashid al-syariah*

bahwa keberhasilan pembangunan tidak hanya ditentukan oleh pertumbuhan ekonomi, tetapi juga oleh kemampuan menjaga keberlanjutan lingkungan, stabilitas pangan, dan kemaslahatan masyarakat. Temuan mengenai pengaruh negatif emisi karbon, energi terbarukan, dan ekonomi sirkular biru terhadap keberlanjutan ekonomi biru dalam jangka pendek menunjukkan adanya *transition cost* menuju sistem ekonomi berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga menegaskan bahwa kualitas regulasi memiliki peran yang lebih efektif dibandingkan dengan efektivitas pemerintahan dalam memperkuat kapasitas adaptasi terhadap risiko iklim dan menjaga ketahanan pangan.

Secara praktis, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pemerintah perlu memperkuat integrasi kebijakan ekonomi biru dan ketahanan pangan. Ditambah, menyiapkan mitigasi perubahan iklim melalui pengembangan regulasi yang adaptif dan berkelanjutan. Penguatan kualitas regulasi diperlukan untuk menciptakan kepastian kebijakan dan meningkatkan efektivitas pengawasan lingkungan. Di sisi lain percepatan implementasi transisi energi hijau dan ekonomi sirkular biru juga perlu dilakukan secara maksimal.

Selain itu, pemerintah perlu mendorong investasi pada pengembangan teknologi hijau, inovasi maritim, infrastruktur pangan, dan sistem distribusi pangan yang lebih efisien. Supaya transformasi menuju pembangunan berkelanjutan tidak memperburuk kerawanan pangan dalam jangka pendek. Pemerintah juga perlu menyiapkan peningkatan kapasitas adaptasi masyarakat pesisir, perlindungan ekosistem laut, serta penguatan sistem pangan tahan iklim. Hal tersebut menjadi langkah strategis untuk menjaga stabilitas pangan dan keberlanjutan ekonomi biru.

Saran Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan indikator yang lebih luas dalam mengukur keberlanjutan ekonomi biru dan ketahanan pangan agar mampu menggambarkan kondisi empiris secara lebih komprehensif. Selain itu, penelitian mendatang dapat mempertimbangkan penggunaan variabel kelembagaan lainnya. Misalnya, penggunaan variabel pengendalian korupsi, stabilitas politik, supremasi hukum, maupun kualitas birokrasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran institusi dalam memperkuat ketahanan pangan dan keberlanjutan ekonomi biru.

Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengelompokkan negara berdasarkan tingkat pendapatan, kawasan geografis, atau tingkat kerentanan iklim sehingga dapat diketahui perbedaan pengaruh variabel antar kelompok negara. Selain itu, penggunaan metode analisis lain seperti *Panel Quantile Regression*, *Panel Threshold Regression*, atau *Spatial Econometric Model* dapat digunakan untuk menangkap hubungan nonlinier dan efek spasial antarnegara yang belum terakomodasi dalam penelitian ini. Penelitian mendatang juga dapat memperluas periode observasi serta memasukkan variabel sosial dan lingkungan lainnya seperti degradasi ekosistem laut, keamanan energi, kemiskinan, dan kualitas sumber daya manusia guna memperkaya analisis terkait pembangunan ekonomi biru berkelanjutan dan ketahanan pangan global.

DAFTAR REFERENSI

- Abell, P., North, D. C., Alt, J. E., & Shepsle, K. A. (1992). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. *The British Journal of Sociology*, 43(2). <https://doi.org/10.2307/591470>
- Adom, P. K. (2025). Climate change adaptation governance and institutional challenges in South Africa. *Climate Policy*, 25(2), 145–163.
- Advanced Energy Network & Research Technologies. (2024). Energy industry in Russia. AENERT. <https://aenert.com/countries/europe/energy-industry-in-russia>
- Aguilera, R. V., Judge, W. Q., & Terjesen, S. A. (2018). Corporate governance deviance. *Academy of Management Review*, 43(1). <https://doi.org/10.5465/amr.2014.0394>
- Ahammed, S., Rana, M. M., Uddin, H., Majumder, S. C., & Shaha, S. (2025). Impact of blue economy factors on the sustainable economic growth of China. *Environment, Development and Sustainability*, 27(6). <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04411-6>
- Aimon, H., Kurniadi, A. P., & Amar, S. (2021). Analysis of fuel oil consumption, Green economic growth and environmental degradation in 6 Asia Pacific countries. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 16(5). <https://doi.org/10.18280/ijstdp.160513>
- Aiyedogbon, J. O., Anyanwu, S. O., Isa, G. H., Petrushenko, Y., & Zhuravka, O. (2022). Population growth and food security: Evidence from Nigeria. *Problems and Perspectives in Management*, 20(2), 402–410. [https://doi.org/10.21511/ppm.20\(2\).2022.33](https://doi.org/10.21511/ppm.20(2).2022.33)
- Alabi, M. O., & Ngwenyama, O. (2023). Food security and disruptions of the global food supply chains during COVID-19: building smarter food supply chains for the post-COVID-19 era. Dalam *British Food Journal* (Vol. 125, Nomor 1). <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2021-0333>
- Alam, M. S., Manigandan, P., Kisswani, K. M., & Baig, I. A. (2025). Achieving goals of the 2030 sustainable development agenda through renewable energy utilization: Comparing the environmental sustainability effects of economic growth and financial development. *Sustainable Futures*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100534>
- Alatorre, J. E., Porcile, G., Sossdorf, F., & Torres, M. (2025). Sustainable development: Theory and some simple simulations. *PSL Quarterly Review*, 78(312). <https://doi.org/10.13133/2037-3643/18921>
- Angrist, J. D., & Krueger, A. B. (2001). Instrumental variables and the search for identification: From supply and demand to natural experiments. Dalam *Journal of Economic Perspectives* (Vol. 15, Nomor 4). <https://doi.org/10.1257/jep.15.4.69>
- Aoki, M. (2011). Institutions as cognitive media between strategic interactions and individual beliefs. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 79(1–2). <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2011.01.025>

- Appiah, M. K., Ameko, E., Asiamah, T. A., & Duker, R. Q. (2023). Blue economy investment and sustainability of Ghana's territorial waters: an application of structural equation modelling. *International Journal of Sustainable Engineering*, 16(1). <https://doi.org/10.1080/19397038.2023.2195422>
- Arellano, M. and Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an application to Employment Equations. *Review of Economic Studies*, (58).
- Asamoah, E. O. (2020). Food Security and Renewable Energy: Insights. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.32628/ijrsrset207625>
- Ashafa, S. A. (2025). Contemporary Discourse of Shari'ah Perspective on Blue Economy for Halal Industry Sustainability. Dalam *Green and Blue Economy Frameworks for Halal Industry Sustainability*. https://doi.org/10.1007/978-981-96-1729-6_4
- Azimi, M. N., & Rahman, M. M. (2024). Food insecurity, environment, institutional quality, and health outcomes: evidence from South Asia. *Globalization and Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12992-024-01022-2>
- Bagci, A., Sogut, Y., Bozatli, O., & Degirmenci, T. (2025). Policy support and agricultural greenhouse gas emissions in BRICS-T countries: The role of financial development, markets, and institutions. *Borsa Istanbul Review*, 25(5). <https://doi.org/10.1016/j.bir.2025.05.004>
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Bekun, F. V., & Osundina, O. A. (2019). Do agricultural activities induce carbon emissions? The BRICS experience. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(24). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05737-3>
- Baltagi, B. (2005). Econometric analysis of panel data. Dalam *Vasa*.
- Banco Central do Brasil. (2026). *The BRICS*. Banco Central do Brasil.
- Bank, M. S., Duarte, C. M., & Sonne, C. (2022). Intergovernmental Panel on Blue Foods in Support of Sustainable Development and Nutritional Security. Dalam *Environmental Science and Technology* (Vol. 56, Nomor 9). <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c00119>
- Barbier, E. B. (2012). The green economy post Rio+20. Dalam *Science* (Vol. 338, Nomor 6109). <https://doi.org/10.1126/science.1227360>
- Barbier, E. B., & Burgess, J. C. (2021). Institutional quality, governance and progress towards the SDGs. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/su132111798>
- Barlian, E. (2019). Metodologi Penelitian Kualitatif & Kuantitatif. Dalam *Metodologi penelitian kuantitatif dan kualitatif* (Vol. 4, Nomor 1).
- Bassetti, T., Pavesi, F., & Scotti, M. (2024). The Green Solow model and the threshold effect of human capital on CO2 emissions. *Metroeconomica*, 75(2). <https://doi.org/10.1111/meca.12453>
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrup-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G. I., & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. *Food Security*, 7(2). <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z>
- Béné, C., Oosterveer, P., Lamotte, L., Brouwer, I. D., de Haan, S., Prager, S. D., Talsma, E. F., & Khoury, C. K. (2019). When food systems meet sustainability

- Current narratives and implications for actions. Dalam *World Development* (Vol. 113). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.011>
- Bennett, N. J., Cisneros-Montemayor, A. M., Blythe, J., Silver, J. J., Singh, G., Andrews, N., Calò, A., Christie, P., Di Franco, A., Finkbeiner, E. M., Gelcich, S., Guidetti, P., Harper, S., Hotte, N., Kittinger, J. N., Le Billon, P., Lister, J., López de la Lama, R., McKinley, E., ... Sumaila, U. R. (2019). Towards a sustainable and equitable blue economy. Dalam *Nature Sustainability* (Vol. 2, Nomor 11). <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0404-1>
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1). [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
- Bose, S. (2022). Transitioning Regional Fisheries and Aquaculture into the Blue Economy Framework. Dalam *The Blue Economy: An Asian Perspective*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96519-8_7
- Bossel, H. (1999). Indicators for sustainable development: theory, method, applications. *International Institute for Sustainable Development, Winnipeg*.
- BRICS Energy Research Cooperation Platform. (2024). *BRICS Energy Report 2024*. CNPC Economics and Technology Research Institute.
- Brundtland, G. H. (1989). Global Change and Our Common Future. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 31(9), 16–43. <https://doi.org/10.1080/00139157.1989.9928941>
- Bulkis, S., Agussabti, Nugroho, A., Summase, A. P., Mudatsir, R., & Summase, I. (2026). Institutional framework for improving food security in crisis-prone areas in Indonesia. *Journal of Agriculture and Food Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2026.102774>
- Calisto Friant, M., Vermeulen, W. J. V., & Salomone, R. (2020). A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. Dalam *Resources, Conservation and Recycling* (Vol. 161). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104917>
- Campbell, B. M., Beare, D. J., Bennett, E. M., Hall-Spencer, J. M., Ingram, J. S. I., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J. A., & Shindell, D. (2017). Agriculture production as a major driver of the earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4). <https://doi.org/10.5751/ES-09595-220408>
- Cassimon, D., Fadare, O., & Mavrotas, G. (2022). The combined effect of institutional quality and capital flows on food and nutrition security and undernourishment in Sub-Saharan Africa. *PLoS ONE*, 17(10 October). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275345>
- Cheeseman, J. (2016). Food Security in the Face of Salinity, Drought, Climate Change, and Population Growth. Dalam *Halophytes for Food Security in Dry Lands* (hlm. 111–123). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801854-5.00007-8>
- Cheng, Y., & Xu, Z. (2021). Blue economy and sustainable development: A review of circular economy applications in marine sectors. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127145.

- Chin, C. F. (2020). The impact of food supply chain disruptions amidst COVID-19 in Malaysia. Dalam *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development* (Vol. 9, Nomor 4). <https://doi.org/10.5304/jafscd.2020.094.031>
- Cinner, J. E., Adger, W. N., Allison, E. H., Barnes, M. L., Brown, K., Cohen, P. J., Gelcich, S., Hicks, C. C., Hughes, T. P., Lau, J., Marshall, N. A., & Morrison, T. H. (2018). Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. Dalam *Nature Climate Change* (Vol. 8, Nomor 2). <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0065-x>
- Department of Forestry, Fisheries and the Environment. (2024). *South Africa National Climate Change Adaptation Strategy: Progress Review Report*. Government of South Africa.
- Ding, Y., & Tabeta, S. (2024). Application of the Ocean Health Index to assess ocean and coastal conditions of the Tokyo Metropolitan area. *Ecological Indicators*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112280>
- Domínguez-Hernández, E., Hernández-Aguilar, C., & Hernández, M. E. D. (2022). Sustainability in Home Garden Interventions to Improve Food Security: Results, Challenges, and Future Directions. *Transdisciplinary Journal of Engineering and Science*, 13. <https://doi.org/10.22545/2022/00168>
- D’Orazio, P. (2021). Towards a post-pandemic policy framework to manage climate-related financial risks and resilience. *Climate Policy*. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1975623>
- Earth, P. (2014). From circular economy to blue economy. *Management Strategies Journal*, vii.
- Ebarvia, M. C. M. (2016). Economic Assessment of Oceans for Sustainable Blue Economy Development. *Journal of Ocean and Coastal Economics*, 2(2). <https://doi.org/10.15351/2373-8456.1051>
- Edoja, P. E., Aye, G. C., & Abu, O. (2016). Dynamic relationship among CO2 emission, agricultural productivity and food security in Nigeria. *Cogent Economics and Finance*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2016.1204809>
- Energy Institute. (2024). *Statistical Review of World Energy 2024*. Energy Institute.
- Eikeset, A. M., Mazzarella, A. B., Davíðsdóttir, B., Klinger, D. H., Levin, S. A., Rovenskaya, E., & Stenseth, N. C. (2018). What is blue growth? The semantics of “Sustainable Development” of marine environments. *Marine Policy*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.019>
- Elston, J., Pinto, H., & Nogueira, C. (2024). Tides of Change for a Sustainable Blue Economy: A Systematic Literature Review of Innovation in Maritime Activities. Dalam *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 16, Nomor 24). <https://doi.org/10.3390/su162411141>
- FAO. (2019). The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Dalam *The State of Food Security and Nutrition in the World 2019*. Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/10.4060/ca5162en>
- FAO. (2024). *The state of food security and nutrition in the world 2024: Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms*.

- FAO. (2025). The State of Food and Agriculture 2025. Dalam *The State of Food and Agriculture 2025*. Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/10.4060/cd7067en>
- Fayez, H. (2024). From 'Objects' to 'Sustainable Development': The Evolution of Architectural Heritage Conservation in Theory and Practice. Dalam *Buildings* (Vol. 14, Nomor 8). <https://doi.org/10.3390/buildings14082566>
- Febrina, S., Aimon, H., Kurniadi, A. P., & Marta, J. (2025). Assessing the Role of the Blue Economy in Strengthening Food Security: Evidence from Lower-Middle-Income ASEAN Countries. *Challenges in Sustainability*, 13(1). <https://doi.org/10.56578/cis130108>
- Findiastuti, W., Singgih, M. L., & Anityasari, M. (2017). Sustainable Food Security Measurement: A Systemic Methodology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 193(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/193/1/012053>
- Fingleton, B. (2023). Estimating dynamic spatial panel data models with endogenous regressors using synthetic instruments. *Journal of Geographical Systems*, 25(1). <https://doi.org/10.1007/s10109-022-00397-3>
- Fritsch, M., Pua, A. A. Y., & Schnurbus, J. (2021). pdynmc: A Package for Estimating Linear Dynamic Panel Data Models Based on Nonlinear Moment Conditions. *R Journal*, 13(1). <https://doi.org/10.32614/rj-2021-035>
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Gallo, A. E., & Epps, W. (1994). *Capital Formation in Food Processing*.
- Gazioğlu, C. (2018). Biodiversity, Coastal Protection, Promotion and Applicability Investigation of the Ocean Health Index for Turkish Seas. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 5(3). <https://doi.org/10.30897/ijegeo.484067>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143.
- Germond-Duret, C. (2022). Framing the Blue Economy: Placelessness, Development and Sustainability. *Development and Change*, 53(2). <https://doi.org/10.1111/dech.12703>
- Global Energy Monitor. (2024). *Global Coal Plant Tracker*. Global Energy Monitor.
- Gök, A., & Sodhi, N. (2021). The environmental impact of governance: a system-generalized method of moments analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12903-z>
- Guo, Y., Sun, D., & Sun, J. (2022). Inference of a time-varying coefficient regression model for multivariate panel count data. *Journal of Multivariate Analysis*, 192. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2022.105047>
- Hakim, D. L., Aji, M. P., Kurniadi, A. P., Suhendra, A., & Firdaus, I. A. (2025). How does economic growth moderate the impact of energy consumption on carbon emissions in the evaluation of Sustainable Development Goal 13?

- International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(1).
<https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i1.4827>
- Hall, C., Dawson, T. P., Macdiarmid, J. I., Matthews, R. B., & Smith, P. (2017). The impact of population growth and climate change on food security in Africa: looking ahead to 2050. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(2), 124–135.
<https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1293929>
- Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D., & Schilb, A. (2019). Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty. Climate Change and Development Series. Dalam *Handbook of Optical Fibers*.
- Halpern, B. S., Longo, C., Hardy, D., McLeod, K. L., Samhouri, J. F., Katona, S. K., Kleisner, K., Lester, S. E., O'leary, J., Ranelletti, M., Rosenberg, A. A., Scarborough, C., Selig, E. R., Best, B. D., Brumbaugh, D. R., Chapin, F. S., Crowder, L. B., Daly, K. L., Doney, S. C., ... Zeller, D. (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature*, 488(7413).
<https://doi.org/10.1038/nature11397>
- Hammar, L., Ehnberg, J., Mavume, A., Cuamba, B. C., & Molander, S. (2012). Renewable ocean energy in the Western Indian Ocean. Dalam *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 16, Nomor 7).
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.026>
- Hansen, L. P. (1982). Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators. *Econometrica*, 50(4). <https://doi.org/10.2307/1912775>
- Hassan, M. I. U., Wu, M., Rasool, Y., Sohu, J. M., & Ali, S. (2025). The Role of the Blue Economy, Renewable Energy, and Energy Intensity in Mitigating CO₂ Emissions: Evidence From China Using MMQREG Analysis. *Geological Journal*, 60(11), 2790–2807. <https://doi.org/10.1002/gj.5224>
- Hoegh-Guldberg, O., & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. Dalam *Science* (Vol. 328, Nomor 5985).
<https://doi.org/10.1126/science.1189930>
- Holland, K. (2020). Canada's Food Security During the COVID-19 Pandemic. *The School of Public Policy Publications*, 13.
<https://doi.org/10.55016/ojs/sppp.v13i1.70350>
- Hossain, M. S., Sharifuzzaman, S. M., Nobil, M. N., Chowdhury, M. S. N., Sarker, S., Alamgir, M., Uddin, S. A., Chowdhury, S. R., Rahman, M. M., Rahman, M. S., Sobhan, F., & Chowdhury, S. (2021). Seaweeds farming for sustainable development goals and blue economy in Bangladesh. *Marine Policy*, 128.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104469>
- Huang, J., & Ma, H. (2010). *Capital Formation and Agriculture Development in China*.
- Hussain, M. G., Failler, P., Karim, A. Al, & Alam, M. K. (2018). Major opportunities of blue economy development in Bangladesh. *Journal of the Indian Ocean Region*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/19480881.2017.1368250>
- Ibrahim, R. L., Al-Mulali, U., Ajide, K. B., Mohammed, A., & Al-Faryan, M. A. S. (2023). The Implications of Food Security on Sustainability: Do Trade Facilitation, Population Growth, and Institutional Quality Make or Mar the

- Target for SSA? *Sustainability* (Switzerland), 15(3).
<https://doi.org/10.3390/su15032089>
- IMF. (2026). *The IMF and Climate Change*. International Monetary Fund .
- India Meteorological Department. (2024). *Annual Climate Summary 2023*. Ministry of Earth Sciences, Government of India.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Dalam *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
<https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- International Energy Agency. (2024). *World Energy Outlook 2024*. International Energy Agency.
- International Energy Agency. (2025). *Data and statistics*. International Energy Agency.
- International Monetary Fund. (2026). *World Economic Outlook Database*.
- IPCC. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report. Dalam *Climate Change and Land: an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*.
- IUCN. (2025). *Regenerative Blue Economy*.
- Juanda, B. (2021). Model Data Panel Dinamis. *Pengolahan Data Panel dengan STATA Model Data Panel Dinamis*, 3(2).
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2025). *Worldwide Governance Indicators (WGI)*. World Bank. <https://www.govindicators.org>
- Kah, J. M. L. ., & Raimi, Lukman. (2022). *Implications for entrepreneurship and enterprise development in the blue economy*. IGI Global.
- Karimi, K., Kurniadi, A. P., Nasfi, Indriani, N., Helmawati, Sumiati, Yuliza, M., Resti, O., & Helia, S. (2025). How Does the Endogeneity of Energy Financing, Carbon Emissions, and Energy Transition Affect the Upper-Middle-Income Countries in ASEAN? *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(2). <https://doi.org/10.32479/ijeep.18085>
- Kathijotes, N. (2013). Keynote: Blue Economy - Environmental and Behavioural Aspects Towards Sustainable Coastal Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.173>
- Kipkoech, R., Takase, M., & Amankwa Afrifa, E. K. (2022). Renewable Energies in Ghana in Relation to Market Condition, the Environment, and Food Security. *Journal of Renewable Energy*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8243904>
- Klaus M. Leisinger, Karin Schmitt, & Rajul Pandya-Lorch. (2002). *Six Billion Counting Population Food Security 21st Century*.
- Knani, R., Gabsi, C., & Benhamed, A. (2026). Beyond Production: Institutional and Environmental Drivers of Food Security in East Asia. *Economies*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/economies14030091>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

- Kumar, A., Ahmad, M. M., & Sharma, P. (2015). Carbon emission and global food security : A cross country analysis. *Agricultural Economics*, 2(September).
- Kurmanov, N., Kabdullina, G., Baidakov, A., & Kabdolla, A. (2025). Renewable Energy, Green Economic Growth and Food Security in Central Asian Countries: An Empirical Analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(2). <https://doi.org/10.32479/ijeep.17922>
- Kurniadi, A. P., Aimon, H., Salim, Z., Ragimun, Sonjaya, A., Setiawan, S., Siagian, V., Nasution, L. Z., Nurhidajat, R., Mutaqin, & Sabtohadhi, J. (2024). Analysis of Existing and Forecasting for Coal and Solar Energy Consumption on Climate Change in Asia Pacific: New Evidence for Sustainable Development Goals. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(4). <https://doi.org/10.32479/ijeep.16187>
- Labra Lillo, R., & Torrecillas, C. (2018). Estimating dynamic Panel data. A practical approach to perform long panels. *Revista Colombiana de Estadística*, 41(1). <https://doi.org/10.15446/rce.v41n1.61885>
- Lawson, A. (2024, July 10). Fossil fuel comprised 82% of global energy mix in 2023. Earth.org. <https://earth.org/fossil-fuel-accounted-for-82-of-global-energy-mix-in-2023-amid-record-consumption-report>
- Lee, K. H., Noh, J., & Khim, J. S. (2020). The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities. Dalam *Environment International* (Vol. 137). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105528>
- Lemos, M. C., & Agrawal, A. (2006). Environmental governance. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, 297–325. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.31.042605.135621>
- Liu, X., Razzaq, A., Shahzad, M., & Irfan, M. (2022). Technological changes, financial development and ecological consequences: A comparative study of developed and developing economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122004>
- Li, W., & Abiad, V. (2021). Institutions, Institutional Change, and Economic Performance. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1416542>
- Magalhães, F. C., Bellei, P., Flores-Colen, I., & da Costa, E. M. (2024). Blue Circular Economy—Reuse and Valorization of Bivalve Shells: The Case of Algarve, Portugal. *Recycling*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/recycling9020027>
- Mankiw, N. G. (2018). *Teori Makro Ekonomi*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Manna, R., & Mete, J. (2021). 4 . Population and Sample. *International Journal of Research and Analysis in Humanities Instead*, 1(1).
- Manso, J. R. P., Vázquez, R. M. M., García, J. M., & ... (2023). Renewable energies and blue economy: new trends in global research. Dalam *Energies*.
- Mardones, F. O., Rich, K. M., Boden, L. A., Moreno-Switt, A. I., Caipo, M. L., Zimin-Veselkoff, N., Alateeqi, A. M., & Baltenweck, I. (2020). The COVID-19 Pandemic and Global Food Security. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.578508>
- Mayara Souto. (2025). *BRICS GDP Outperforms Global Average, Accounts for 40% of World Economy*. BRICS Brasil.

- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- MIDA. (2021). Revitalising the Maritime Industry Through Blue Economy. Dalam *Malaysian Investment Development Authority*.
- Mignacca, B., Filippelli, S., Strazzullo, S., Tiburzi, L., Urbinati, A., & Kirchherr, J. (2025). Building circular economy theories: A practical-oriented perspective and a way forward. *Journal of Industrial Ecology*, 29(2). <https://doi.org/10.1111/jiec.13622>
- Miladinov, G. (2023). Impacts of population growth and economic development on food security in low-income and middle-income countries. *Frontiers in Human Dynamics*, 5. <https://doi.org/10.3389/fhumd.2023.1121662>
- Mirzabaev, A., Bezner Kerr, R., Hasegawa, T., Pradhan, P., Wreford, A., Cristina Tirado von der Pahlen, M., & Gurney-Smith, H. (2023). Severe climate change risks to food security and nutrition. *Climate Risk Management*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100473>
- Mohamed, G., Chiad, F., Abdesslam, M., Omar, B., & AL-Absy, M. S. M. (2024). Identifying Determinants of Food Security Using Panel Data Analysis: Evidence from Maghreb Countries. *Economies*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/economies12040091>
- Montes-Rojas, G., Sosa-Escudero, W., & Zincenko, F. (2020). Level-Based Estimation of Dynamic Panel Models. *Journal of Econometric Methods*, 9(1). <https://doi.org/10.1515/jem-2018-0015>
- Mustofa, H. Z., Wahyudi, A., & Marpuah, S. (2025). Bridging the Gap Between Maqāsid Al-Sharī‘Ah and The SDGs: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam (Journal of Islamic Economics and Business)*, 11(1). <https://doi.org/10.20473/jebis.v11i1.62689>
- Muttaqin, M. Z. (2025). Food Security and Islamic Ethics: Rights, Policies and Vulnerable Groups. *Development in Practice*. <https://doi.org/10.1080/09614524.2025.2551854>
- Myers, S. S., Smith, M. R., Guth, S., Golden, C. D., Vaitla, B., Mueller, N. D., Dangour, A. D., & Huybers, P. (2017). Climate Change and Global Food Systems: Potential Impacts on Food Security and Undernutrition. Dalam *Annual Review of Public Health* (Vol. 38). <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044356>
- Nabi, K. U., & Hayat, M. (2025). Blueprint For A Sustainable Blue Economy: Challenges, Opportunities, And Policy Pathways. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan*, 25(1). <https://doi.org/10.20961/jiep.v25i1.99750>
- Nayak, S. (2024). From ocean science to sustainable blue economy. *Current Science*, 126(2). <https://doi.org/10.18520/cs/v126/i2/155-160>
- ND-GAIN. (2024). *Country Index Technical Report*.
- Neupane, N., Chaudhary, P., Rijal, Y., Ghimire, B., & Bhandari, R. (2022). The role of renewable energy in achieving water, energy, and food security under climate change constraints in South Asia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1016093>

- Nkuna, N. W., & Sithole, T. (2025). Plans without action? Politics and institutional challenges of anti-corruption reforms in the BRICS countries. *World Development Perspectives*, 38, 100115.
- Nzimande, N., Sithole, T., & Dlamini, P. (2026). Leveraging circular economy models for water conservation: A narrative review of green economic pathways in BRICS nations. *International Journal of Applied Research in Business and Management*, 7(1), 1–18.
- Ningsih, S., Saputra, M. H., Putra, R., & Permana, K. (2024). Analysis Of The Blue Economy And Food Security In 8 Indonesian Archipelagic Provinces: A Simultaneous Panel Model Approach. *Dalam Media Journal of Accounting and Management* (Vol. 1).
- Nyajure Achar, P., Odhiambo Luther, O., Herick Ochieng, O., & Martine Odhiambo, O. (2024). Gross Fixed Capital Formation and Economic Growth in East Africa Community States. *African Development Finance Journal*, 7(6).
- OECD. (2020). *A sustainable ocean economy in 2030*.
- OECD. (2025). *Reports and research papers*.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*. OECD Publishing.
- Osman, B. (2023). Climate and Food Insecurity Risks: Identifying Exposure and Vulnerabilities in the Post-Food Production System of Northern Ghana. *Land*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/land12112025>
- Oyelami, L. O., Edewor, S. E., Folorunso, J. O., & Abasilim, U. D. (2023a). Climate change, institutional quality and food security: Sub-Saharan African experiences. *Scientific African*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01727>
- Oyelami, L. O., Edewor, S. E., Folorunso, J. O., & Abasilim, U. D. (2023b). Climate change, institutional quality and food security: Sub-Saharan African experiences. *Scientific African*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01727>
- Ozturk, I. (2015). Sustainability in the food-energy-water nexus: Evidence from BRICS (Brazil, the Russian Federation, India, China, and South Africa) countries. *Energy*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.09.104>
- United Nations Development Programme. (2023). *Governance for Resilient Development*. UNDP.
- United Nations Environment Programme. (2023). *Turning Off the Tap: How the World Can End Plastic Pollution and Create a Circular Economy*. UNEP.
- United Nations Environment Programme. (2024). *Adaptation Gap Report 2024*. UNEP.
- Partelow, S., Schlüter, A., Armitage, D., Bavinck, M., Carlisle, K., Gruby, R. L., Hornidge, A. K., Le Tissier, M., Pittman, J. B., Song, A. M., Sousa, L. P., Văidianu, N., & Van Assche, K. (2020). Environmental governance theories: A review and application to coastal systems. *Ecology and Society*, 25(4). <https://doi.org/10.5751/ES-12067-250419>
- Pauliuk, S. (2018). Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its

- implementation in organizations. *Resources, Conservation and Recycling*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>
- Pires Manso, J. R., Martínez Vázquez, R. M., Milán García, J., & de Pablo Valenciano, J. (2023). Renewable Energies and Blue Economy: New Trends in Global Research. *Energies*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/en16104210>
- Policy Center for the New South. (2024). BRICS: A new framework for new south inclusiveness. <https://www.policycenter.ma/publications/brics-new-framework-new-south-inclusiveness>
- Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, S. M., Iqbal, M. M., Lobell, D. B., Travasso, M. I., Aggarwal, P., Hakala, K., & Jordan, J. (2015). Food security and food production systems. Dalam *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379.012>
- Qoyum, A., Berakon, I., & Al-Hashfi, R. U. (2021). *Metodologi Penelitian Ekonomi dan Bisnis Islam* (1 ed.). PT Rajagrafindo Persada.
- Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Jarvis, L., Kremen, C., Herrero, M., & Rieseberg, L. H. (2018). Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. Dalam *Annual Review of Plant Biology* (Vol. 69). <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040256>
- Rehman, A., Batool, Z., Ma, H., Alvarado, R., & Oláh, J. (2024). Climate change and food security in South Asia: the importance of renewable energy and agricultural credit. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02847-3>
- Ren, Y., Li, Z., Wang, Y., & Zhang, T. (2020). Development and prospect of food security cooperation in the BRICS countries. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/su12052125>
- Rhoden, L. T. (2025). Impact of Climate Change on Marine Ecosystems. Dalam *Coastal and Marine Pollution: Source to Sink, Mitigation and Management*. <https://doi.org/10.1002/9781394237029.ch19>
- Ridzuan, M. R., Ju, S. Y., Abd Rahman, N. A. S., Lai Kuan, K., & Manas, N. H. N. (2022). Blue Economy in Malaysia: An Endeavour of Achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 11(3). <https://doi.org/10.6007/ijarems/v11-i3/14620>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., De Wit, C. A., Hughes, T., Van Der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. Dalam *Nature* (Vol. 461, Nomor 7263). <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5). <https://doi.org/10.3386/w3210>
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Stata Journal*, 9(1). <https://doi.org/10.1177/1536867x0900900106>

- Saba, A. O., Eyo, V. O., Elegbede, I. O., Fakoya, K. A., Ojewole, A. E., Dawodu, F. O., Adewale, R. A., & Amal, M. N. A. (2024). Sustaining the blue bounty: Fish food and nutrition security in Nigeria's evolving blue economy. Dalam *AIMS Agriculture and Food* (Vol. 9, Nomor 2). <https://doi.org/10.3934/AGRFOOD.2024029>
- Samad, G., & Abbasi, J. (2022). Advancement of Science and Technology: Future Prospect of Blue Economy. Dalam *The Blue Economy: An Asian Perspective*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96519-8_2
- Samy-Kamal, M. (2025). Blue economy for sustainable fisheries and aquaculture in Egypt: Towards resilient food security. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-025-02294-7>
- Segbefia, E., Dai, B., Adotey, P., & Sampene, A. K. (2023). A step towards food security: The effect of carbon emission and the moderating influence of human capital. Evidence from Anglophone countries. *Heliyon*, 9(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22171>
- Sethi, L., Behera, B., & Sethi, N. (2024). Do green finance, green technology innovation, and institutional quality help achieve environmental sustainability? Evidence from the developing economies. *Sustainable Development*, 32(3). <https://doi.org/10.1002/sd.2811>
- Shah, M. J. (2022). The Environmental Governance: Theory and Practice in Contemporary World. *IPEM Law Journal*, 6(6). https://doi.org/10.61691/ipem_law.6.2022.23-34
- Shi, L., Han, L., Yang, F., & Gao, L. (2019). The Evolution of Sustainable Development Theory: Types, Goals, and Research Prospects. *Sustainability (Switzerland)*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/su11247158>
- Shukla, S. (2020). Concept of population and sample. *How to Write a Research Paper*, (June).
- Singh, A. K. (2021). Population Growth and Economic Development: Theoretical Arguments and Empirical Findings— A Survey of Literature. *Indian Journal of Human Development*, 15(3). <https://doi.org/10.1177/09737030211062105>
- Siti Aisyah, Ari Limay Trisno Putra, Siska Fitriana Sari, Ira Desmiati, Dicky Rustam, & Abdullah Munzir. (2025). Building Sustainable Food Security: The Role Of Fishery Product Diversification In Improving The Blue Economy. *Proceeding Al Ghazali International Conference*, 2. <https://doi.org/10.52802/aicp.v1i1.1212>
- Smith, M. D., Roheim, C. A., Crowder, L. B., Halpern, B. S., Turnipseed, M., Anderson, J. L., Asche, F., Bourillón, L., Guttormsen, A. G., Khan, A., Liguori, L. A., McNevin, A., O'Connor, M. I., Squires, D., Tyedmers, P., Brownstein, C., Carden, K., Klinger, D. H., Sagarin, R., & Selkoe, K. A. (2010). Sustainability and global seafood. Dalam *Science* (Vol. 327, Nomor 5967). <https://doi.org/10.1126/science.1185345>
- Sonwani, S., & Saxena, P. (2022). Greenhouse Gases: Sources, Sinks and Mitigation. Dalam *Greenhouse Gases: Sources, Sinks and Mitigation*. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-4482-5>

- Spalding, M. J. (2016a). The New Blue Economy: the Future of Sustainability. *Journal of Ocean and Coastal Economics*, 2(2). <https://doi.org/10.15351/2373-8456.1052>
- Springer Nature Link. (2025). Brazil in a "Blue BRICS": An emerging interregional maritime security agenda between the South Atlantic and Indo-Pacific?
- Stupnikova, E., & Sukhadolets, T. (2019). Construction sector role in gross fixed capital formation: Empirical data from Russia. *Economies*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/economies7020042>
- Subramaniam, Y., Masron, T. A., & Subramaniam, T. (2022). Institutional Quality And Food Security. *Singapore Economic Review*, 67(6). <https://doi.org/10.1142/S0217590820500046>
- Tang, X., Wang, Q., Dash, D. P., Yasmeen, R., Ozturk, I., Chandio, A. A., & Alnafissa, M. (2026). Examining the effect of financial development, political stability and institutional quality on food security in BRICS regions: new insights from MMQR and machine learning analysis. *Cogent Food and Agriculture*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2026.2652562>
- Tahlela, I. C., & Netswela, F. (2026, May 14). Brazil, Russia, India, China and South Africa: How they stack up on reusing waste. The Conversation. <https://theconversation.com/brazil-russia-india-china-and-south-africa-how-they-stack-up-on-reusing-waste-278104>
- The Ocean Cleanup. (2023). Ocean plastic pollution explained. <https://theoceancleanup.com/ocean-plastic-pollution-explained>
- Trading Economics. (2026). Brazil—Government effectiveness: Percentile rank. World Bank Development Indicators. <https://tradingeconomics.com/brazil/government-effectiveness-percentile-rank-wb-data.html>
- Techera, E. J. (2018). Supporting blue economy agenda: fisheries, food security and climate change in the Indian Ocean. *Journal of the Indian Ocean Region*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/19480881.2017.1420579>
- Tumiran, M. A., Ponari, M. H. A., Mohamad, S. P., & Mohamed, Z. I. (2025). Integrating Sustainable Agriculture and Maqasid Al-Shariah Principles for Ethical and Environmental Stewardship. *Quantum Journal of Social Sciences and Humanities*, 6(3). <https://doi.org/10.55197/qjssh.v6i3.654>
- United Nations. (2025). *Protect Human Rights*.
- Valin, H., Havlík, P., Mosnier, A., Herrero, M., Schmid, E., & Obersteiner, M. (2013). Agricultural productivity and greenhouse gas emissions: Trade-offs or synergies between mitigation and food security? *Environmental Research Letters*, 8(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035019>
- Vedachalam, N., Ravindran, M., & Atmanand, M. A. (2019). Technology developments for the strategic Indian blue economy. *Marine Georesources and Geotechnology*, 37(7). <https://doi.org/10.1080/1064119X.2018.1501625>
- Wang, Y., Liu, Y., Xu, Z., Yin, K., Zhou, Y., Zhang, J., Cui, P., Ma, S., Wang, Y., & Zhu, Z. (2024). A review on renewable energy-based chemical engineering design and optimization. *Dalam Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 189). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114015>

- WIPO. (2022). *World Intellectual Property Report 2022: The Direction of Innovation*. <https://www.wipo.int/en/web/world-ip-report/2022/index>
- WIPO. (2024). *World Intellectual Property Report 2024: Making innovation policy work for development*. <https://www.wipo.int/en/web/world-ip-report/2024/index>
- Wollenberg, E., Vermeulen, S. J., Girvetz, E., Loboguerrero, A. M., & Ramirez-Villegas, J. (2016). Reducing risks to food security from climate change. Dalam *Global Food Security* (Vol. 11). <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.06.002>
- Wooldridge, J. M. (2002). Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. *Booksgooglecom*, 58(2). <https://doi.org/10.1515/humr.2003.021>
- World Bank. (2025a). *World Development Indicators*. World Bank.
- World Bank. (2025b). *Worldwide Governance Indicators*. World Bank.
- World Bank. (2025). *Blue Economy for Resilient Africa Program: Marine Pollution and Circular Economy Initiatives*. World Bank.
- World Bank. (2025). *Worldwide Governance Indicators (WGI) Database*. World Bank.
- World Food Programme. (2025). *WFP 2026 Global Outlook*.
- World Ocean Initiative. (2020). A Sustainable Ocean Economy in 2030: Opportunities and Challenges. *The Economist Group World Ocean Initiative*.
- Wu, Z., Chen, R., Meadows, M. E., & Liu, X. (2021). Application of the Ocean Health Index to assess ecosystem health for the coastal areas of Shanghai, China. *Ecological Indicators*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107650>
- Yates, K. L., Schoeman, D. S., & Klein, C. J. (2015). Ocean zoning for conservation, fisheries and marine renewable energy: Assessing trade-offs and co-location opportunities. *Journal of Environmental Management*, 152. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.045>
- Young, M. (2015). Building the blue economy: The role of marine spatial planning in facilitating offshore renewable energy development. *International Journal of Marine and Coastal Law*, 30(1). <https://doi.org/10.1163/15718085-12341339>
- Yuan, F., & Zhang, P. (2024). Are natural resources, sustainable growth and entrepreneurship matter endogenous growth theory? The strategic role of technical progress. *Resources Policy*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105189>
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2006). The circular economy: A new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), 4–8. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>
- Zhang, L., & Wang, L. (2023). Generalized Method of Moments Estimation of Realized Stochastic Volatility Model. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/jrfm16080377>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Judul	Sampel	Variabel	Metode	Hasil
Nicholas Kathijotes	2013	Blue economy - environmental and behavioural aspects towards sustainable coastal development	Tidak disebutkan secara spesifik	Input nutrisi, dampak lingkungan, pengelolaan sumber daya laut	Tinjauan literatur, analisis konsep dan teknik manajemen	Pendekatan ekonomi biru penting untuk pengelolaan laut berkelanjutan; perlunya pengelolaan nutrisi dan pengembangan teknologi.
Anne Maria Eikeset dkk.	2018	What is blue growth? The semantics of “Sustainable Development” of marine environments	Tidak secara spesifik menyatakan sampel, lebih berupa tinjauan konsep dan definisi	Definisi blue growth, komunikasi lintas disiplin, stakeholder, konsep keberlanjutan	Tinjauan literatur dan analisis konsep	Menekankan pentingnya komunikasi yang efektif dan pemahaman bersama tentang istilah blue growth, agar kebijakan dan pengelolaan laut dapat berjalan secara efektif dan berkelanjutan.

Sufian Ahammed, dkk.	2024	<i>Impact of blue economy factors on the sustainable economic growth of China</i>	Data sekunder time-series China 1980–2019	EG (GDP per capita), TFF (Total fisheries production), AFF (Agriculture, forestry, fishing value added), AP (Aquaculture production), CAPITAL (Gross capital formation), TRADE (Trade % of GDP)	ARDL (Autoregressive Distributed Lag), ADF & PP Unit Root Test, Bounds Test, ECM	• TFF, AFF, CAPITAL, TRADE berpengaruh positif signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi China. • AP berpengaruh positif dalam jangka panjang namun negatif kecil di jangka pendek. • Terdapat kointegrasi jangka panjang antara variabel blue economy dan GDP per capita. • Blue economy berperan penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan pencapaian SDG 14.
Anggi Putri Kurniadi dkk.	2024	<i>Analysis of Existing and Forecasting for Coal and Solar Energy Consumption on Climate Change in Asia Pacific</i>	Indonesia, Australia, China (2008–2023; Forecast 2024–2030)	Climate change (carbon emissions), Coal energy consumption, Solar energy consumption	Panel Regression (FEM), ARIMA Forecasting	Penelitian menemukan bahwa konsumsi energi berbasis batu bara memiliki hubungan positif yang kuat dengan peningkatan perubahan iklim di kawasan Asia Pasifik, sedangkan konsumsi energi surya menunjukkan hubungan negatif terhadap perubahan iklim. Hasil proyeksi menunjukkan pertumbuhan konsumsi batu bara

						dan emisi karbon yang belum menurun hingga 2030, meskipun energi surya terus berkembang namun kontribusinya belum cukup besar untuk menurunkan emisi secara signifikan.
Hasdi Aimon dkk.	2023	<i>Production, Consumption, Export and Carbon Emission for Coal Commodities: Cases of Indonesia and Australia</i>	Indonesia & Australia (2000–2022)	Coal production, Coal consumption, Coal export, Carbon emission (+ kontrol)	2SLS & Panel Regression	Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi, konsumsi, dan ekspor batu bara di Indonesia dan Australia secara konsisten meningkatkan emisi karbon. Selain itu, produksi batu bara dipengaruhi oleh besarnya konsumsi dan ekspor, sedangkan ekspor sangat ditentukan oleh ketersediaan stok batu bara. Studi ini menegaskan bahwa sektor batu bara masih menjadi penyumbang signifikan terhadap emisi karbon di kedua negara tersebut.
Astrida Rijkure	2025	<i>Prerequisites for Sustainable Blue Economy Development</i>	Baltic Sea Region	–	Literature Review & Bibliometric Analysis	Kajian ini menegaskan bahwa pengembangan Blue Economy yang berkelanjutan memerlukan pengelolaan sumber daya laut yang efektif, inovasi teknologi, dan kerja sama internasional yang kuat. Tantangan utama berasal dari polusi laut, eksploitasi berlebihan,

						degradasi habitat, dan dampak perubahan iklim. Peluang besar muncul dari kemajuan teknologi, energi terbarukan laut, serta pendekatan ekonomi sirkular yang dapat memperkuat keberlanjutan kawasan pesisir.
Dani Lukman Hakim dkk.	2025	<i>How Does Economic Growth Moderate the Impact of Energy Consumption on Carbon Emissions?</i>	Indonesia, Australia, China (2008–2024)	CE, NREC, REC, EG, NRECEG, RECEG	Moderated Regression Analysis	Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi tidak terbarukan meningkatkan emisi karbon, sedangkan energi terbarukan cenderung menurunkannya meski pengaruhnya belum signifikan. Pertumbuhan ekonomi terbukti memperkuat pengaruh energi tidak terbarukan terhadap peningkatan emisi, dan sekaligus mempengaruhi hubungan energi terbarukan terhadap penurunan emisi. Hal ini membuktikan bahwa pertumbuhan ekonomi dapat menjadi faktor yang memperburuk atau memperbaiki kondisi lingkungan tergantung pada bauran energi yang digunakan.
Kamal-un-Nabi & Mohsina Hayat	2025	<i>Blueprint for a Sustainable Blue Economy: Challenges,</i>	India & sektor Blue Economy global	Sustainable marine practices, Economic	Correlation & Regression Analysis	Studi ini menyimpulkan bahwa Blue Economy berperan besar dalam mendorong pertumbuhan ekonomi India dan memperbaiki

		<i>Opportunities, and Policy Pathways</i>		growth, Livelihood indicators		kesejahteraan masyarakat pesisir. Namun, tantangan seperti polusi laut, penangkapan ikan berlebih, kerusakan habitat, dan perubahan iklim masih menjadi hambatan utama. Peluang besar tersedia melalui pengembangan akuakultur, energi terbarukan laut, dan ekowisata. Diperlukan tata kelola adaptif, inovasi teknologi, serta pemberdayaan masyarakat pesisir untuk mencapai keberlanjutan jangka panjang.
Michael Karikari Appiah dkk.	2023	<i>Blue Economy Investment and Sustainability of Ghana's Territorial Waters</i>	SMEs Ghana	Organizational factors, Technological factors, Supply chain risk, Environmental awareness, Perceived cost, Regulatory environment, BEI, SSCP	PLS-SEM	Penelitian ini menemukan bahwa faktor organisasi, teknologi, risiko rantai pasok, kesadaran lingkungan, biaya yang dipersepsikan, dan regulasi merupakan penentu penting bagi perilaku investasi Blue Economy. Blue Economy Investment (BEI) terbukti memediasi hubungan faktor-faktor tersebut terhadap kinerja rantai pasok berkelanjutan. Hasil ini menunjukkan pentingnya integrasi faktor internal dan eksternal untuk meningkatkan investasi yang

						mendukung keberlanjutan sumber daya laut.
Mohd Rozaimy Ridzuan dkk.	2022	<i>Blue Economy in Malaysia: An Endeavour of Achieving the SDGs</i>	Dokumen kebijakan Malaysia	–	Qualitative Content Analysis	Penelitian ini menjelaskan bahwa Blue Economy di Malaysia memiliki potensi besar dan selaras dengan beberapa tujuan SDGs, tetapi belum memiliki kebijakan nasional yang terintegrasi secara menyeluruh. Pemahaman masyarakat tentang Blue Economy masih rendah sehingga menghambat efektivitas implementasi. Pemerintah perlu memperkuat koordinasi lintas sektor, memperbaiki tata kelola kelautan, dan meningkatkan kesadaran publik agar penerapan Blue Economy dapat berjalan lebih optimal.
Agunsoye dkk.	2025	<i>Blue Economy, Sustainable Development and Economic Growth in Nigeria</i>	Nigeria & global references	–	Literature Review	Studi ini menemukan bahwa Blue Economy dapat menjadi alternatif penting bagi diversifikasi ekonomi Nigeria yang masih bergantung pada sektor ekstraktif. Aktivitas seperti perikanan, transportasi laut, pariwisata pantai, dan energi terbarukan laut berpotensi meningkatkan pertumbuhan

						ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Namun, keberhasilan implementasi sangat bergantung pada kualitas tata kelola, investasi berkelanjutan, dan perlindungan lingkungan laut.
OECD	2020	<i>A Sustainable Ocean Economy in 2030</i>	Global multi-sector	–	Scenario Analysis & Policy Modelling	Laporan ini menunjukkan bahwa perekonomian berbasis laut dapat menghasilkan manfaat ekonomi yang sangat besar pada tahun 2030 melalui energi terbarukan, perikanan berkelanjutan, dan pariwisata berbasis ekosistem. Namun, ancaman serius seperti polusi plastik, perubahan iklim, dan degradasi habitat dapat menghambat manfaat tersebut. Rekomendasi utama meliputi penguatan pendanaan biru, peningkatan tata kelola, inovasi teknologi, dan kebijakan global yang mendukung konservasi laut.
Ebarvia	2016	<i>Economic Assessment of Oceans for Sustainable Blue Economy Development</i>	Data ekonomi sektor kelautan negara-negara EAS	ocean economy, ecosystem services	Analisis deskriptif & komparatif	Studi menemukan bahwa ekonomi laut memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi, tetapi nilai jasa ekosistem seperti perlindungan pesisir, keanekaragaman hayati, dan

						penyerapan karbon belum tercatat dalam sistem PDB nasional. Penelitian menegaskan pentingnya valuasi ekonomi laut dan penerapan SEEA agar negara dapat merumuskan kebijakan ekonomi biru yang terukur dan berkelanjutan.
Wang dkk.	2024	<i>Blue Foods Security and Sustainability</i>	Artikel ilmiah dalam topik “blue foods”	blue foods, aquaculture, climate resilience	Editorial review	Kajian ini menunjukkan bahwa pangan biru berperan besar dalam ketahanan pangan global, tetapi produksinya menghadapi tantangan ekologis berupa polusi, penangkapan berlebih, dan perubahan iklim. Ditekankan pentingnya teknologi akuakultur yang lebih efisien, sistem monitoring ekologi, dan kebijakan adaptif untuk menjamin keberlanjutan pangan biru.
Hossain dkk.	2021	<i>Seaweeds Farming for Sustainable Development Goals and Blue Economy in Bangladesh</i>	300 rumah tangga petani rumput laut	seaweed production, SDGs, blue economy	Survei, FGD, KII, analisis deskriptif	Hasil penelitian menunjukkan bahwa budidaya rumput laut meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir, menyerap karbon, mengurangi eutrofikasi, dan mendukung 26 target dari 8 SDGs. Rumput laut terbukti memiliki potensi besar untuk

						memperkuat ekonomi biru Bangladesh melalui penciptaan lapangan kerja, peningkatan ketahanan pangan, dan perbaikan kondisi lingkungan pesisir.
Bank, Duarte & Sonne	2022	<i>Intergovernmental Panel on Blue Foods in Support of Sustainable Development and Nutritional Security</i>	Literatur global	blue foods, IUU fishing, sustainability risks	Analisis kebijakan	Artikel menyoroti risiko besar terhadap keberlanjutan pangan biru seperti IUU fishing, penipuan industri, polusi, dan ketidakpastian iklim. Penulis mengusulkan pembentukan Panel Antar-Pemerintah Blue Foods yang berfungsi seperti IPCC untuk memperkuat tata kelola global, meningkatkan transparansi rantai pasok, dan menjamin keamanan pangan berbasis sumber daya laut.
Hassan dkk.	2025	<i>The Role of the Blue Economy, Renewable Energy, and Energy Intensity in Mitigating CO2 Emissions</i>	Data China 2001–2023	aquaculture production, renewable energy, energy intensity, CO2	MMQREG, BSQREG	Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi terbarukan berkontribusi pada penurunan emisi CO2, sementara energy intensity meningkatkan emisi. Produksi akuakultur berdampak pada pola emisi secara non-linear. Studi menegaskan pentingnya kebijakan energi rendah karbon untuk mendukung transisi China menuju

						ekonomi biru yang lebih bersih dan rendah emisi.
Wang dkk.	2020	<i>A Sustainable Ocean Economy in 2030</i>	Sektor kelautan global	sustainable oceans, blue growth	Scenario analysis	Laporan ini menemukan bahwa ekonomi laut dapat menyumbang pertumbuhan ekonomi besar pada 2030 melalui energi terbarukan laut, ekowisata, dan perikanan berkelanjutan. Tantangan penting seperti polusi plastik, degradasi habitat, dan perubahan iklim harus ditangani dengan kebijakan konservasi yang kuat dan investasi inovasi biru.
Ridzuan dkk.	2022	<i>Blue Economy in Malaysia: An Endeavour of Achieving the SDGs</i>	Dokumen kebijakan & studi nasional	blue economy, SDGs, governance	Content analysis	Studi menunjukkan bahwa Malaysia memiliki potensi besar dalam ekonomi biru, namun implementasinya masih terhambat karena belum adanya kerangka kebijakan terpadu. Pengelolaan lintas sektor, peningkatan literasi publik, dan integrasi data kelautan diperlukan untuk mengoptimalkan kontribusi ekonomi biru terhadap SDGs.
Appiah dkk.	2023	<i>Blue Economy Investment and Sustainability of</i>	UMKM sektor maritim Ghana	organizational factors, technological	PLS-SEM	Penelitian ini menemukan bahwa faktor organisasi, teknologi, risiko rantai pasok, kesadaran lingkungan, biaya yang dipersepsikan, dan

		<i>Ghana's Territorial Waters</i>		factors, BEI, SSCP		regulasi berpengaruh terhadap investasi ekonomi biru. Investasi tersebut terbukti meningkatkan kinerja rantai pasok berkelanjutan sehingga memperkuat kontribusi ekonomi biru terhadap pembangunan nasional.
Kamal & Hayat	2025	<i>Blueprint for a Sustainable Blue Economy: Challenges, Opportunities, and Policy Pathways</i>	Sektor biru India & literatur global	sustainable marine practices, economic growth	Correlation & regression	Penelitian menegaskan bahwa ekonomi biru mendorong pertumbuhan ekonomi dan memperkuat kesejahteraan masyarakat pesisir. Namun tantangan seperti polusi, degradasi habitat, dan tata kelola yang lemah masih menghambat implementasinya. Inovasi teknologi, kebijakan adaptif, dan pemberdayaan komunitas menjadi kunci keberlanjutan.
Febrina dkk.	2025	<i>Assessing the Role of the Blue Economy in Strengthening Food Security</i>	Indonesia, Cambodia, Philippines, Vietnam (2012–2022)	environmental quality, renewable energy utilization, technological innovation, blue economy	OLS & simultaneous equation	Studi ini menemukan bahwa kualitas lingkungan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan, sementara inovasi teknologi mendorong pengembangan ekonomi biru. Ekonomi biru berperan penting dalam memperkuat ketahanan pangan di ASEAN melalui optimalisasi

						sumber daya laut, investasi yang tepat, dan manajemen populasi yang lebih efektif.
Islam dkk.	2024	<i>Blue Economy of Bangladesh and Sustainable Development Goals (SDGs): A Comparative Scenario</i>	Data sekunder Bangladesh dan negara maju	Blue economy sectors, SDGs, ocean resources	Comparative analysis & secondary data review	Penelitian menunjukkan bahwa Bangladesh memiliki potensi besar ekonomi biru tetapi menghadapi tantangan berupa infrastruktur tidak memadai, risiko lingkungan, dan kesenjangan regulasi. Studi membandingkan praktik negara maju dan menemukan bahwa Bangladesh dapat mempercepat pencapaian SDGs melalui penguatan kebijakan, inovasi teknologi, pengelolaan sumber daya laut, dan kolaborasi multistakeholder.
Abdelhak dkk.	2025	<i>Navigating the Nexus Between Blue Economy and Food Security Through Bibliometric Analysis</i>	2318 artikel (1988–2022)	blue economy, food security, sustainability	Bibliometric analysis (Scopus & WoS)	Studi menemukan bahwa hubungan ekonomi biru dan ketahanan pangan berkembang dari fokus perikanan menuju pendekatan sosial-ekologis yang lebih luas. Analisis mengungkap tema-tema penting seperti aquaculture, vulnerability, governance, dan climate change yang semakin dominan serta menunjukkan perlunya pendekatan interdisipliner

						dalam merumuskan kebijakan pangan dan kelautan yang berkelanjutan.
Silver dkk.	2015	<i>Blue Economy and Competing Discourses in International Oceans Governance</i>	Literatur global tata kelola laut	governance, marine policy, ocean discourse	Discourse analysis	Artikel ini menunjukkan bahwa konsep blue economy digunakan oleh berbagai aktor dengan makna yang berbeda sehingga melahirkan diskursus yang saling bersaing antara konservasi, ekonomi, dan pembangunan. Hasil studi menegaskan pentingnya keselarasan kepentingan politik dan lingkungan untuk menghindari pemanfaatan istilah blue economy yang hanya bersifat retorik tanpa implementasi nyata.
Techera, Erika	2018	<i>Supporting the Blue Economy: Legal and Policy Frameworks for Sustainable Oceans</i>	Kajian hukum & kebijakan global	marine policy, ocean law, governance	Legal analysis	Artikel ini menemukan bahwa keberhasilan ekonomi biru sangat ditentukan oleh efektivitas hukum dan tata kelola kelautan. Banyak negara belum memiliki kerangka regulasi yang komprehensif, sehingga eksploitasi sumber daya laut kerap tidak terkontrol. Studi menekankan perlunya harmonisasi hukum, pengawasan penangkapan ikan, dan kebijakan yang

						mengintegrasikan konservasi serta pembangunan ekonomi.
Spalding	2016	<i>The New Blue Economy: A Framework for Ocean Data and Digitalization</i>	Data ekonomi kelautan AS	ocean data, digital blue economy	Conceptual framework	Studi ini memperkenalkan konsep New Blue Economy yang berfokus pada pemanfaatan data oseanografi, teknologi digital, dan AI untuk memperkuat sektor kelautan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi digital dapat meningkatkan efisiensi, prediksi risiko, inovasi sektor perikanan, energi laut, dan transportasi maritim sehingga mendorong pertumbuhan berkelanjutan.
Vedachalam dkk.	2018	<i>Blue Economy for India: Opportunities and Challenges</i>	Data kebijakan India	fisheries, marine resources, coastal governance	Policy review	Studi menunjukkan bahwa India memiliki peluang besar pada perikanan, transportasi laut, dan pariwisata pesisir, tetapi menghadapi tantangan keterbatasan data, degradasi lingkungan, dan lemahnya koordinasi antar instansi. Penelitian menekankan perlunya roadmap nasional, investasi ilmu kelautan, dan penguatan governance untuk menjadikan ekonomi biru sebagai pilar pembangunan nasional.

Young, Oran	2015	<i>Governing the Oceans: Institutional Challenges for the Blue Economy</i>	Sistem institusi global	governance, institutions, marine regime	Institutional analysis	Artikel ini menyimpulkan bahwa kompleksitas institusi global di sektor kelautan menciptakan tumpang tindih kewenangan yang menghambat pengelolaan sumber daya laut. Keberhasilan ekonomi biru menuntut penguatan koordinasi antarnegara, reformasi rezim laut internasional, dan pendekatan adaptif untuk menghadapi tekanan perubahan iklim dan intensifikasi pemanfaatan laut.
Manso dkk.	2023	<i>Renewable Energies and the Blue Economy: New Trends and Integration</i>	Data energi terbarukan laut EU	renewable ocean energy, blue economy	Mixed-method review	Penelitian menemukan bahwa integrasi energi terbarukan laut seperti offshore wind dan tidal energy dapat memperkuat ekonomi biru Eropa dan mempercepat transisi energi bersih. Tantangan terbesar meliputi biaya teknologi yang tinggi, perizinan rumit, serta kebutuhan harmonisasi kebijakan lintas negara.

Lampiran 2. Hasil Analisis Penelitian

A. Statistik Deskriptif

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
FSI	121	6.502479	4.66968	2.5	20.6
BES	121	72.22579	6.824727	57.43	85.07
LCE	121	6.359898	1.59497	2.518067	9.546273
RE	121	20.29917	26.3474	0	91.5
CRE	121	.6343683	.3058785	0	1
GFCF	121	23.0479	10.87078	0	43.38035
TD	121	124833.6	383448.7	2	167215
PG	121	1.39358	1.418611	-2.55377	5.383802
CBE	121	5.512397	6.792626	0	26.8
IQ1	121	-.0282459	.6459689	-1.161882	1.090436
IQ2	121	-.2993227	.6571274	-1.782236	1.096597

B. Uji Multikoleniaritas Persamaan 1

Variabel	VIF	1/VIF
IQ2	8.95	0.111703
IQ1	8.08	0.123755
LCE	2.79	0.358283
TD	2.67	0.374050
RE	1.92	0.520820
CBE	1.56	0.641046
Statistik	Nilai	
Mean VIF	4.33	

C. Uji Multikolinearitas Persamaan 2

Variabel	VIF	1/VIF
CE	4.28	0.233831
RE	3.49	0.286695
GFCF	2.88	0.346628
CRE	2.78	0.359344
L1.FSI	1.80	0.554223
BES	1.60	0.626232
PG	1.57	0.637639
Statistik	Nilai	
Mean VIF	2.63	

D. Dynamic panel-data estimation, system GMM Persamaan 1

Keterangan	Nilai
Group variable	id
Time variable	period
Number of obs	110
Number of groups	11

Number of instruments	17
Obs per group (min)	10
Obs per group (avg)	10.00
Obs per group (max)	10
F(7, 102)	5413.83
Prob > F	0.000

Hasil Estimasi

BES	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
L1. BES	.2801883	.2460155	1.14	0.257	-.2077824	.7681589
LCE	-7.327805	2.439317	-3.00	0.003	-12.16618	-2.489431
RE	-.3580849	.1168167	-3.07	0.003	-.5897903	-.1263796
LTD	4.078588	1.385841	2.94	0.004	1.329779	6.827396
CBE	-.222998	.0962524	-2.32	0.023	-.4139142	-.0320819
CBE IQ1	-1.938665	.6165814	-3.14	0.002	-3.161651	-.7156787
CBE IQ2	3.3409	1.03241	3.24	0.002	1.293119	5.388682
_cons	76.61869	24.69947	3.10	0.002	27.62741	125.61

Instruments for orthogonal deviations equation

Jenis	Instrumen
Standard	FOD.(LCE RE TD CBE CBE IQ1 CBE IQ2)
GMM-type	L(1/10).L.BES collapsed

Instruments for levels equation

Jenis	Instrumen
Standard	LCE RE TD CBE CBE IQ1 CBE IQ2, cons
GMM-type	D.L.BES collapsed

Uji Diagnostik

Pengujian	Nilai
Arellano-Bond test for AR(1) in first differences	z = -1.13 ; Pr > z = 0.256
Arellano-Bond test for AR(2) in first differences	z = -0.53 ; Pr > z = 0.599
Sargan test of overid. restrictions	chi2(9) = 21.21 ; Prob > chi2 = 0.667

E. Dynamic panel-data estimation, system GMM Persamaan 2

Keterangan	Nilai
Group variable	id
Time variable	period
Number of obs	110
Number of groups	11
Number of instruments	16
Obs per group (min)	10
Obs per group (avg)	10.00
Obs per group (max)	10
Wald chi2(7)	10593.67
Prob > chi2	0.000

Hasil Estimasi

FSI	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
L1. FSI	1.371143	.1079626	12.70	0.000	1.156948	1.585338
BES	-.1988305	.0682926	2.91	0.004	.0633399	.3343211
LCE	.7847693	.3013883	2.60	0.011	.1868234	1.382715
RE	.0465116	.0166676	2.79	0.006	.0134435	.0795798
GFCF	-.0702301	.0282962	-2.48	0.015	-.1263689	-.0140912
PG	.1503081	.0868466	1.73	0.087	-.0219931	.3226093
CRE	2.369622	1.00306	2.36	0.020	.3795799	4.359664
CRE IQ1	2.256663	1.030652	2.19	0.031	.2118794	4.301446
CRE IQ2	-2.079317	.9730263	-2.14	0.035	-4.009773	-.1488601
_cons	-23.11013	7.246213	-3.19	0.002	-37.48641	-8.733845

Instruments for first differences equation

Jenis	Instrumen
Standard	FOD.(CE RE GFCF PG CRE CRE IQ1 CRE IQ2)
GMM-type	L(1/10).L.FSI collapsed

Instruments for levels equation

Jenis	Instrumen
Standard	CE RE GFCF PG CRE CRE IQ1 CRE IQ2
GMM-type	D.L.FSI

Uji Diagnostik

Pengujian	Nilai
Arellano-Bond test for AR(1) in first differences	z = 0.24; Pr > z = 0.813
Arellano-Bond test for AR(2) in first differences	z = 0.29; Pr > z = 0.772
Sargan test of overid. restrictions	chi2(9) = 26.77; Prob > chi2 = 0.991