

JURNAL

PERENCANAAN PEMBANGUNAN PERTANIAN
Journal of Agricultural Development Planning



KEMENTERIAN PERTANIAN
REPUBLIK INDONESIA

STRATEGI PENINGKATAN TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY PADI MELALUI PERBAIKAN INFRASTRUKTUR PERTANIAN

Zainul Azmi

*Fungsional Perencana, Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian
Jl. Raya Harsono RM No 3 Ragunan, Jakarta Selatan*

E-mail: azmi@pertanian.go.id

OPEN ACCESS

ABSTRAK

Padi sebagai komoditas strategis dalam ketahanan pangan nasional menghadapi tantangan stagnasi produktivitas, dengan pertumbuhan rata-rata hanya 0,32% per tahun dalam tujuh tahun terakhir (2018–2024). Studi ini membahas upaya peningkatan *total factor productivity* (TFP) padi melalui perbaikan infrastruktur pertanian dengan terlebih dahulu menghitung pertumbuhan TFP di tingkat provinsi dan menganalisis bagaimana infrastruktur dapat memengaruhi TFP padi. Metode estimasi TFP berbasis indeks Tornqvist-Theil dan analisis panel data *fixed effects* digunakan mengetahui peran infrastruktur terhadap peningkatan TFP. Hasil analisis menunjukkan bahwa rehabilitasi jaringan irigasi berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan TFP (koefisien 0,361; $p < 0,01$), diikuti oleh panjang jalan (koefisien 0,265; $p < 0,05$), sementara kapasitas listrik tidak signifikan. Temuan menarik mengungkap bahwa pertumbuhan TFP lebih tinggi di wilayah non-sentra (diantaranya Maluku, Gorontalo, Riau) dibandingkan daerah sentra tradisional di Jawa, yang menunjukkan potensi ekspansi produksi di luar Jawa. Analisis kebijakan merekomendasikan prioritas rehabilitasi irigasi sebagai strategi utama mendorong pertumbuhan TFP padi, terutama di wilayah-wilayah yang masih memiliki potensi daya ungkit produktivitas yang tinggi. Implikasi kebijakan studi ini diwujudkan dalam usulan Peraturan Menteri Pertanian tentang pemetaan prioritas rehabilitasi irigasi berbasis potensi TFP, guna mendorong produktivitas berkelanjutan dan ketahanan pangan nasional.

Kata kunci: *total factor productivity (TFP), produksi padi, infrastruktur pertanian, panel data analysis, tornqvist-theil index*

Correspondence:
azmi.ind@gmail.com
Received: June 3, 2025
Accepted: July 30, 2025
Publish: July 31, 2025

Citation:

Azmi, Zainul. 2025. *Strategi Peningkatan Total Factor Productivity Padi Melalui Perbaikan Infrastruktur Pertanian*. Jurnal Perencanaan Pembangunan Pertanian, volume: 2 (1) 1-21

<https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/JP3/article/view/4082>

PENDAHULUAN

Padi, yang kemudian diolah menjadi beras, merupakan komoditas strategis dalam sistem pangan nasional dan memegang peranan vital sebagai sumber utama kalori bagi sebagian besar penduduk Indonesia (Rahmasuciana et al. 2015; Zakaria and Nurasa 2013). Dengan proporsi konsumsi yang tinggi dan persebaran geografis yang luas, keberadaan beras tidak hanya menjadi simbol ketahanan pangan, tetapi juga terkait erat dengan stabilitas sosial—politik-ekonomi masyarakat (Mariyono 2018; Salasa 2021). Ketergantungan terhadap beras dalam struktur konsumsi masyarakat Indonesia telah mendorong berbagai kebijakan peningkatan produksi sejak awal masa Orde Baru, termasuk program intensifikasi produksi padi nasional (Rusastra 2014) yang terus dilakukan hingga saat ini bersama dengan program perluasan areal pertanaman padi. Namun demikian, program intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian yang telah dilakukan belum mampu meningkatkan produktivitas padi di Indonesia secara berkelanjutan. Berdasarkan data BPS dalam tujuh tahun terakhir dari tahun 2018-2024¹, produktivitas rata-rata padi di Indonesia berada pada kisaran 5,11-5,29 ton per hektare, atau hanya tumbuh sekitar 0,28 persen per tahun (BPS 2024b).

Apabila peningkatan produktivitas padi nasional, termasuk juga dalam hal ini produktivitas dari seluruh faktor produksi (*total factor productivity/ TFP*), tidak dapat mengimbangi laju pertumbuhan permintaan beras, maka dikhawatirkan dalam jangka panjang Indonesia akan mengalami ketergantungan terhadap beras impor. Dalam rentang waktu 2018-2024, penduduk Indonesia bertambah sekitar 1,07 persen per tahun (BPS 2024a), sedangkan luas panen padi nasional secara rata-rata turun menjadi -2,03 persen per tahun (BPS 2024b). Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia terancam tidak dapat memenuhi kebutuhan beras dari produksi domestik, kecuali apabila pertumbuhan TFP dapat diupayakan untuk mengimbangi atau bahkan melebihi pertumbuhan permintaan (Mariyono 2018).

Analisis terhadap kinerja TFP padi perlu dilakukan, mengingat di dalam sistem produksi padi, digunakan beberapa jenis input yang produktivitasnya juga harus diperhitungkan sehingga dapat menggambarkan performa sebenarnya dari sistem produksi yang ada. Disamping itu, peningkatan TFP merupakan syarat dasar yang penting bagi pembangunan ekonomi berkelanjutan karena peningkatan tersebut memungkinkan sumber daya seperti tenaga kerja dan modal dialokasikan secara efisien ke sektor-sektor di luar pertanian (Liu et al. 2024; O'Donnell 2010). Untuk itu, studi ini berupaya untuk menganalisis strategi yang harus dilakukan guna meningkatkan produktivitas padi nasional, yang tidak hanya diukur melalui produktivitas parsial, tetapi juga produktivitas dari seluruh faktor produksi yang digunakan (*total factor productivity*), untuk menjamin keberlanjutan pertumbuhan produksi padi dalam jangka panjang.

Pada era 1980-an, Indonesia sempat menorehkan prestasi gemilang dalam sejarah pembangunan pertaniannya. Bouis (1993) dan Mariyono (2018) mencatat bahwa pada periode 1985–1987, produktivitas padi Indonesia mencapai hampir 4 ton per hektare, tertinggi di antara negara-negara Asia saat itu. Keberhasilan tersebut ditopang oleh berbagai faktor, mulai dari penggunaan benih unggul dan pupuk kimia bersubsidi, perluasan lahan pertanian, hingga berbagai bentuk dukungan kebijakan dan program teknis pemerintah yang masif sebagaimana dianalisis oleh Simatupang dan Timmer (2008). Namun demikian, prestasi tersebut tidak berlangsung lama. Seiring berjalannya waktu, Simatupang dan Timmer (2008) mencatat telah terjadi kecenderungan menurunnya efisiensi produksi yang ditandai dengan melambatnya laju pertumbuhan produktivitas padi nasional.

Salah satu penyebab utama dari perlambatan pertumbuhan efisiensi dan produktivitas total dalam suatu sistem produksi adalah minimnya inovasi sistemik yang justru sangat dibutuhkan untuk mendorong perbaikan efisiensi teknis dan peningkatan produktivitas total secara berkelanjutan (Fuglie 2018; Fuglie et al. 2017). Dalam ilmu ekonomi produksi, kondisi ini dikenal sebagai *law of diminishing returns* atau hukum hasil berkurang, yang menjelaskan bahwa tambahan input tidak selalu diikuti oleh tambahan output yang sepadan jika tidak disertai inovasi teknologi atau manajemen. Oleh karena itu, ukuran efisiensi produksi seperti *total factor productivity* (TFP) perlu dianalisis dalam konteks pembangunan pertanian nasional. Indikator pertumbuhan TFP merepresentasikan kontribusi teknologi dan efisiensi dalam meningkatkan output tanpa penambahan input secara langsung, sehingga sangat relevan sebagai indikator pertumbuhan produktivitas jangka panjang (Fuglie 2010; Sutardi et al. 2023).

¹ BPS menggunakan metode penghitungan padi dengan Kerangka Sampel Analisis (KSA) sejak tahun 2018.

Sayangnya, sejumlah kajian menunjukkan bahwa pertumbuhan TFP sektor pertanian Indonesia 1991-2010 mengalami stagnasi (Mariyono 2018; Warr 2011b; Warr and Yusuf 2014). Warr (2011a) mencatat bahwa rata-rata pertumbuhan TFP sektor pertanian Indonesia pada dekade 1991–2000 lebih rendah dibandingkan periode sebelumnya, dan data dari Fuglie (2010) menunjukkan bahwa rerata pertumbuhan TFP pertanian Indonesia menurun dari 2,70 persen pada periode 1961–1970 menjadi hanya 0,98 persen pada periode 1991–2000. Meskipun belum banyak kajian yang secara spesifik mengukur TFP pada komoditas padi, indikasi stagnasi ini memperkuat dugaan bahwa sektor pangan strategis seperti padi juga mengalami tren perlambatan produktivitas, yang dalam jangka panjang dapat menjadi ancaman nyata bagi ketahanan pangan nasional (Maulana 2004).

Kondisi ini menjadi semakin kritis jika dilihat dari sisi permintaan. Pertumbuhan penduduk Indonesia yang masih berada di atas 1 persen per tahun (BPS 2024a) secara langsung berdampak pada peningkatan kebutuhan pangan pokok, terutama beras. Peningkatan daya beli masyarakat juga menjadi faktor penting yang mendorong konsumsi beras tetap tinggi (Eriawati 2019). Artinya, ada ketidakseimbangan struktural antara sisi permintaan yang terus meningkat dan sisi penawaran yang cenderung stagnan akibat rendahnya pertumbuhan TFP. Dalam konteks ini, stagnasi produksi padi bukan hanya menjadi masalah sektoral, melainkan juga menjadi ancaman sistemik terhadap ketahanan pangan nasional. Berangkat dari latar belakang tersebut, maka yang menjadi permasalahan (*problem statement*) adalah stagnasi pertumbuhan TFP padi akibat terbatasnya infrastruktur dasar pertanian menyebabkan melambatnya pertumbuhan padi nasional.

Berdasarkan analisis yang dilakukan oleh Andersen dan Shimokawa (2007) dan Tristalistyani et al. (2022), permasalahan stagnasi TFP maupun produktivitas lahan pada sektor pertanian berkaitan erat dengan persoalan di sektor hulu, khususnya menyangkut ketersediaan dan kualitas infrastruktur dasar pertanian. Infrastruktur seperti jaringan irigasi, jalan usaha tani, dan akses listrik di wilayah pertanian memiliki peran krusial dalam mendukung efisiensi produksi, distribusi input, serta pascapanen apabila dikelola dengan baik, sesuai dengan temuan dari Zhang dan Fan (2004) dan Tristalistyani et al. (2022). Studi oleh Kurniawati et al. (2023) menunjukkan bahwa keterbatasan infrastruktur dasar menjadi faktor dominan yang menurunkan efisiensi teknis petani di berbagai daerah yang pada gilirannya berdampak pada rendahnya produktivitas. Di sisi lain, rendahnya tingkat adopsi inovasi teknologi di kalangan petani (Swastika 2012), serta semakin maraknya fragmentasi dan alih fungsi lahan pertanian menjadi tantangan struktural yang memperburuk stagnasi produktivitas (Setiawan et al. 2020).

Sebagai faktor dominan yang memengaruhi rendahnya efisiensi teknis serta produktivitas padi, persoalan minimnya infrastruktur pertanian diperburuk lagi dengan rendahnya prioritas pembangunan infrastruktur pertanian dalam agenda pembangunan daerah (Putra 2017). Di banyak daerah sentra produksi padi, alokasi anggaran infrastruktur pertanian dari APBD sangat terbatas karena ketergantungan pada dana transfer pusat. Di sisi lain, kualitas perencanaan pembangunan daerah juga belum optimal, sehingga infrastruktur pertanian kerap tidak masuk dalam prioritas utama rencana pembangunan daerah (Kusnadi et al. 2011).

Sayangnya, berbagai studi internasional justru menunjukkan bahwa investasi pada infrastruktur publik merupakan salah satu instrumen paling efektif untuk mendorong pertumbuhan TFP di sektor pertanian. Zhang dan Fan (2004) dan Huang et al. (2006) menemukan bahwa pembangunan jalan dan irigasi memberikan dampak jangka panjang yang signifikan terhadap peningkatan produktivitas pertanian. Infrastruktur pertanian, terutama dalam bentuk jaringan jalan dan sistem irigasi, tidak hanya mendukung akses petani ke pasar tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan air yang berdampak pada hasil panen (Huang et al. 2006). Dalam studi lain yang dilakukan oleh Manjunath dan Kannan (2017), dilaporkan bahwa infrastruktur perdesaan, termasuk pengembangan jalan, berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan sektor pertanian, yang pada gilirannya meningkatkan pendapatan masyarakat desa dan ketahanan pangan. Lebih jauh, dalam penelitiannya, Zhou et al. (2024) menilai bagaimana sistem irigasi berkontribusi terhadap output tanaman dan TFP pertanian di China, serta bagaimana infrastruktur irigasi tidak hanya meningkatkan hasil tetapi juga mengurangi biaya produksi dan mitigasi terhadap bencana alam. Hal serupa juga ditemukan oleh Abidin et al. (2022), yang melaporkan bahwa faktor-faktor seperti infrastruktur perdesaan (jalan, irigasi, fasilitas pendukung lainnya), tenaga kerja, dan investasi modal berkontribusi pada peningkatan produksi padi di Malaysia. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa infrastruktur yang baik menyediakan kondisi terbaik untuk meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi hasil panen (Abidin et al. 2022).

Walaupun beragam studi telah dilakukan untuk mengevaluasi peran infrastruktur terhadap pertumbuhan TFP sektor pertanian di berbagai konteks, baik global maupun domestik, namun bukti empiris yang secara spesifik mengkaji keterkaitan antara pembangunan infrastruktur dan dinamika TFP

pada komoditas padi di Indonesia, belum banyak tersedia. Penelitian-penelitian yang ada cenderung berfokus pada indikator konvensional seperti peningkatan output atau luas panen sebagai representasi keberhasilan program, tanpa menyentuh aspek mendasar mengenai efisiensi teknis dan alokatif dari sistem produksi yang direpresentasikan melalui pertumbuhan positif TFP. Padahal, pendekatan berbasis efisiensi dan produktivitas lebih relevan dalam menilai kinerja jangka panjang dan keberlanjutan pertanian nasional, terutama di tengah tantangan perubahan iklim dan keterbatasan sumber daya. Ketiadaan kajian yang komprehensif dan berbasis data mikro mengenai kontribusi infrastruktur terhadap TFP pada komoditas padi di Indonesia, menjadi celah penting dalam literatur akademik dan analisis kebijakan nasional sehingga perlu segera diisi guna memperkuat basis kebijakan pembangunan pertanian yang berorientasi pada efisiensi dan produktivitas.

Untuk itu, studi ini memfokuskan diri pada tiga hal pokok. Pertama, untuk mengetahui apakah benar telah terjadi stagnasi pertumbuhan TFP padi di Indonesia, khususnya di tingkat provinsi, selama periode 2018-2024². Analisis ini dilakukan untuk melihat sebaran spasial produktivitas dan mengidentifikasi wilayah dengan potensi pertumbuhan yang masih tinggi. Kedua, studi ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana pembangunan infrastruktur publik, khususnya jalan, irigasi, dan listrik, berpengaruh terhadap pertumbuhan TFP padi di berbagai provinsi. Ketiga, dan yang paling utama adalah, kebijakan apa yang harus diambil dalam rangka meningkatkan TFP padi melalui perbaikan infrastruktur pertanian. Dengan pendekatan data panel dan estimasi TFP berbasis indeks Tornqvist-Theil, diharapkan studi ini mampu memberikan kontribusi empiris terhadap diskursus rancangan kebijakan dalam rangka peningkatan TFP padi nasional.

Lebih jauh, hasil dari studi ini dapat menjadi dasar dalam merumuskan rekomendasi kebijakan yang tidak hanya bersifat normatif, tetapi juga operasional dan kontekstual. Artinya, kebijakan yang disusun harus mampu menjawab tantangan stagnasi pertumbuhan produktivitas melalui penguatan infrastruktur dasar pertanian, dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi antarwilayah. Kebijakan tersebut dirancang dalam kerangka kolaboratif antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, sektor swasta, serta kelembagaan petani, dengan fokus pada peningkatan produktivitas seluruh faktor produksi sebagai prasyarat utama tercapainya ketahanan pangan yang berkelanjutan.

METODOLOGI

Penghitungan *Total Factor Productivity* (TFP)

Secara definisi, TFP adalah jumlah output yang dihasilkan oleh semua faktor produksi atau input produksi (Ortiz-Bobea et al. 2018). Dengan demikian TFP pada waktu t dihitung sebagai:

$$TFP_t = \frac{Y_t}{X_t} \quad (1)$$

dimana Y_t adalah output pada waktu t dan X_t adalah seluruh input pada waktu t . Sebagaimana disajikan pada persamaan (1), TFP pada dasarnya merupakan rasio dari output total dengan input total yang digunakan dalam suatu proses produksi. Selanjutnya, Ortiz-Bobea et al. (2018) menyatakan bahwa untuk mengetahui perubahan TFP antarwaktu (pertumbuhan TFP), dapat dihitung dengan membandingkan tingkat pertumbuhan input dengan tingkat pertumbuhan output, yang secara logaritmik sebagai berikut:

$$\frac{d \ln(TFP)}{dt} = \frac{d \ln(Y)}{dt} - \frac{d \ln(X)}{dt} \quad (2)$$

Dalam produksi padi, output dihasilkan melalui berbagai jenis input, sehingga X merupakan sebuah vektor atas berbagai input produksi. Hubungan dalam persamaan (2) juga menunjukkan hubungan antara satu output dengan banyak input. Seperti yang dijelaskan oleh Fuglie et al. (2017), dengan asumsi bahwa: (i) produsen memaksimalkan keuntungan sehingga elastisitas output sama dengan pangsa input dalam total biaya; dan (ii) pasar berada dalam kondisi keseimbangan kompetitif jangka panjang sehingga total pendapatan sama dengan total biaya, maka persamaan (2) dapat dituliskan dalam bentuk indeks produktivitas Tornqvist-Thiel (TT). Untuk kasus satu output dengan banyak input, bentuknya akan menjadi:

² Periode 2018-2024 diambil untuk menjaga konsistensi penghitungan produksi padi oleh BPS yang menggunakan metode Kerangka Sampel Analisis (KSA)

$$\ln \ln \left(\frac{TFP_t}{TFP_{t-1}} \right) = \ln \ln \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) - \sum_j \frac{(S_{j,t} + S_{j,t-1})}{2} \ln \ln \left(\frac{X_{j,t}}{X_{j,t-1}} \right) \quad (3)$$

Suku pertama di sisi kanan persamaan (3) merupakan indeks TT dari perubahan output agregat, sedangkan suku kedua merupakan indeks TT dari perubahan input agregat. Prosedur untuk mengukur indeks TFP adalah dengan menghitung nilai eksponen dari komponen di sisi kanan persamaan (3) tersebut, lalu melakukan *chaining* (penggabungan berantai) untuk mendapatkan nilai indeks. Proses ini dimulai dengan menetapkan nilai dasar (*base value*) untuk indeks pada tahun pertama ($I_1^Y = 100$), sehingga nilai indeks output untuk tahun kedua, misalnya, adalah hasil dari penghitungan berantai (*chaining*) antara nilai indeks dasar pada tahun pertama dengan eksponen dari perubahan logaritmik rata-rata tertimbang (Tornqvist-Theil) output antara tahun pertama dan kedua, sebagai berikut:

$$I_2^Y = 100 \times \exp \exp \left\{ \ln \frac{Y_2}{Y_1} \right\} \text{ dan } I_3^Y = I_2^Y \times \exp \exp \left\{ \ln \frac{Y_3}{Y_2} \right\} \quad (4, 5)$$

Indeks input dibangun dengan cara yang serupa menggunakan deret waktu dari input dan pangsa faktor dari masing-masing input. Prosedur yang sama digunakan untuk menghitung indeks input, dimana nilai dasar indeks input pada tahun pertama ditetapkan sebesar 100 ($I_1^X = 100$), sehingga di tahun kedua indeks input adalah:

$$I_2^X = 100 \times \exp \exp \left\{ \sum_i \frac{(S_{i,1} + S_{i,2})}{2} \ln \frac{X_{i,2}}{X_{i,1}} \right\} \quad (6)$$

Setelah deret indeks untuk total output dan total input didapat, indeks *total factor productivity* (TFP) dihitung dengan membagi indeks output dengan indeks input, kemudian dikalikan dengan 100 sebagai berikut:

$$I_t^{TFP} = 100 \times \frac{I_t^Y}{I_t^X} \quad (7)$$

Model Empiris Dampak Infrastruktur terhadap TFP Padi

Tujuan utama studi ini adalah untuk menguraikan strategi peningkatan TFP padi melalui penyediaan infrastruktur pertanian di daerah. Untuk itu, pada tahap selanjutnya dilakukan analisis ekonometrika melalui data panel untuk menganalisis peran dari setiap infrastruktur di daerah terhadap peningkatan TFP padi per provinsi. Berdasarkan studi literatur, infrastruktur seperti jalan, listrik, dan irigasi secara langsung berdampak terhadap peningkatan produktivitas dengan menyediakan pilihan yang lebih layak bagi petani dan rumah tangga perdesaan dalam aktivitas produksi, pengolahan, pemasaran, dan distribusi hasil pertanian. Investasi pada jenis infrastruktur ini menciptakan kondisi yang mendukung peningkatan produktivitas pertanian. Faktor lain seperti curah hujan dan nilai tukar usaha pertanian (NTUP) digunakan sebagai variabel kontrol untuk menangkap perbedaan geografis antarwilayah serta efek dari faktor harga.

Setelah TFP diestimasi untuk masing-masing provinsi, dan dengan memodifikasi model dari Zhang dan Fan (2004) serta dari Zhou et al. (2024) melalui penambahan variabel listrik, irigasi, dan NTUP ke dalam model, pengaruh infrastruktur publik terhadap TFP padi di Indonesia diestimasi melalui persamaan (8) berikut ini:

$$LTFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 LRoad_{it} + \beta_2 LElec_{it} + \beta_3 Lirri_{it} + \beta_4 LRain_{it} + \beta_5 LNTUP_{it} + \eta_i + e_{it} \quad (8)$$

dimana,

- TFP* = total factor productivity komoditas padi
- Road* = panjang jalan (000 Km)
- Elec* = kapasitas listrik total (MW)
- Irri* = luas layanan rehabilitasi jaringan irigasi (000 Ha)
- Rain* = curah hujan dalam setahun (000 mm)
- NTUP* = nilai tukar usaha pertanian
- η = fixed-effects spesifik lokasi

- e = *random error*
 i = lokasi (provinsi)
 t = waktu (tahun)

Variabel independen dan variabel kontrol dianalisis dalam bentuk logaritma yang ditandai dengan huruf L pada setiap variabel. Hasil estimasi pada model persamaan (8) akan menunjukkan signifikansi setiap variabel infrastruktur terhadap pertumbuhan TFP padi. Variabel yang memiliki signifikansi dan nilai konstanta tertinggi menjadi alternatif pilihan yang dapat diutamakan untuk fokus program/ kegiatan mendukung pertumbuhan TFP, terutama pada provinsi-provinsi yang masih memiliki nilai pertumbuhan TFP paling rendah. Model pada persamaan (8) merupakan model panel data *fixed effects*, mengingat hasil uji Hausman Test (disajikan pada lampiran) menunjukkan bahwa model ini lebih direkomendasikan daripada model *random effects*.

Data

Estimasi dilakukan berdasarkan data gabungan deret waktu (*time-series*) selama tujuh tahun (2018-2024) dan antarwilayah (*cross-section*) sebanyak 34 provinsi di Indonesia, sehingga membentuk sebuah data panel sebanyak 238 observasi. Provinsi-provinsi baru yang dibentuk di tahun 2022 di Papua (Papua Selatan, Papua Tengah, Papua Pegunungan, dan Papua Barat Daya) diikutkan pada provinsi induknya masing-masing untuk menjaga konsistensi dan ketersediaan data selama periode analisis. Data tahunan terutama dikompilasi dari publikasi resmi pemerintah pusat dan daerah di Indonesia sebagaimana dijelaskan berikut:

- i. Output padi: data produksi padi dari Badan Pusat Statistik (BPS) Pusat dan provinsi, digunakan untuk mengukur output padi selama periode 2018–2024 di tingkat nasional dan provinsi.
- ii. Lahan pertanian: data lahan irigasi dan non-irigasi diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Pertanian (Kementan).
- iii. Tenaga kerja pertanian: data jumlah tenaga kerja pertanian bersumber dari publikasi BPS.
- iv. Pupuk: data penggunaan pupuk untuk produksi padi berasal dari Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian (Ditjen PSP) – Kementan.
- v. Alat dan mesin pertanian: data traktor tangan yang digunakan untuk produksi padi diperoleh dari Ditjen PSP – Kementan dan BPS.
- vi. Benih: data penggunaan benih padi diperoleh dari Ditjen Tanaman Pangan – Kementan dan BPS.
- vii. Infrastruktur publik (jalan, listrik, irigasi): data infrastruktur yang tersedia diperoleh dari BPS, Kementerian Pekerjaan Umum, dan Kementan.
- viii. Curah hujan: data curah hujan tahunan diperoleh dari BPS.
- ix. Nilai Tukar Petani (NTP): data NTP tahunan diperoleh dari Kementan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Factor Productivity Padi

Dua variabel utama yang digunakan dalam pengukuran TFP adalah output dan input yang digunakan. Tabel 1 menunjukkan perubahan tingkat produksi padi di 34 provinsi di Indonesia selama periode analisis. Untuk mempermudah, data disajikan dalam bentuk rata-rata produksi tahunan dan rata-rata laju pertumbuhan tahunan pada periode 2018-2014. Sebagaimana ditunjukkan di dalam Tabel 1, tiga provinsi di Pulau Jawa — yaitu Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur — tetap menjadi produsen padi utama dengan produksi antara 9 hingga 11,2 juta ton padi per tahun di masing-masing provinsi. Ketiga provinsi ini menyumbang hampir 50 persen dari total produksi padi nasional.

Tabel 1. Produksi Padi Menurut Provinsi dan Rata-rata Pertumbuhan Produksi 2018-2014

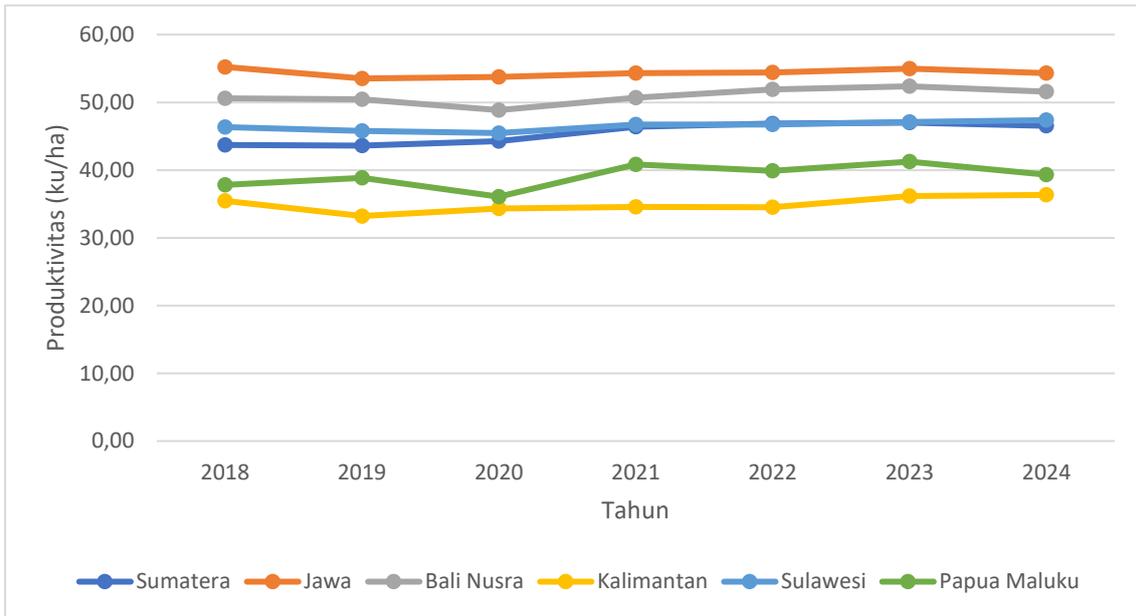
No	Provinsi	Produksi (ton)						Rata-rata	
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Pertumbuhan Produksi (%)
1	Aceh	1.861.567	1.714.438	1.757.313	1.634.640	1.509.456	1.404.235	1.659.966	-1,47
2	Sumatera Utara	2.108.285	2.078.902	2.040.500	2.004.143	2.088.584	2.087.474	2.204.876	0,79
3	Sumatera Barat	1.483.076	1.482.996	1.387.269	1.317.209	1.373.532	1.482.469	1.356.468	-1,30
4	Riau	266.376	230.874	243.685	217.459	213.557	205.973	222.056	-2,68
5	Jambi	383.046	309.933	386.413	298.149	277.744	275.941	281.022	-3,82
6	Sumatera Selatan	2.994.192	2.603.396	2.743.060	2.552.443	2.775.069	2.832.774	2.909.412	-0,19
7	Bengkulu	288.811	296.472	292.834	271.117	281.610	286.684	272.849	-0,86
8	Lampung	2.488.642	2.164.089	2.650.290	2.485.453	2.688.160	2.757.898	2.791.348	2,53
9	Kep. Bangka Belitung	45.725	48.806	57.324	70.496	61.425	66.469	77.490	9,85
10	Kep. Riau	1.097	1.151	853	855	507	324	305	-17,23
11	DKI Jakarta	4.899	3.359	4.544	3.249	2.338	2.674	2.307	-8,68
12	Jawa Barat	9.647.359	9.084.957	9.016.773	9.113.573	9.433.723	9.140.039	8.626.880	-1,79
13	Jawa Tengah	10.499.588	9.655.654	9.489.165	9.618.657	9.356.445	9.084.108	8.891.297	-2,69
14	DI Yogyakarta	514.935	533.477	523.396	556.531	561.700	534.114	452.832	-1,86
15	Jawa Timur	10.203.213	9.580.934	9.944.538	9.789.588	9.526.516	9.710.661	9.270.435	-1,52
16	Banten	1.687.783	1.470.503	1.655.170	1.603.247	1.788.583	1.686.483	1.550.623	-0,94
17	Bali	667.069	579.321	532.168	618.911	680.602	673.581	635.473	-0,29
18	Nusa Tenggara Barat	1.460.339	1.402.182	1.317.190	1.419.560	1.452.945	1.538.537	1.453.408	0,07
19	Nusa Tenggara Timur	899.936	811.724	725.024	731.878	756.050	766.810	707.793	-3,75
20	Kalimantan Barat	799.715	847.875	778.170	711.898	731.226	700.291	764.784	-0,50
21	Kalimantan Tengah	514.769	443.561	457.952	381.190	343.919	330.781	366.147	-5,04
22	Kalimantan Selatan	1.327.492	1.342.862	1.150.307	1.016.314	819.419	875.546	1.029.568	-3,29
23	Kalimantan Timur	262.774	253.818	262.435	244.678	239.425	226.972	249.643	-0,69
24	Kalimantan Utara	45.064	33.357	33.574	29.967	30.534	23.602	30.080	-4,91
25	Sulawesi Utara	326.930	277.776	248.879	232.885	243.730	238.193	273.135	-2,47
26	Sulawesi Tengah	926.979	844.904	792.249	867.013	744.409	821.367	761.936	-2,78
27	Sulawesi Selatan	5.952.616	5.054.167	4.708.465	5.090.637	5.360.169	4.876.386	4.818.429	-3,12
28	Sulawesi Tenggara	538.876	519.707	532.773	530.029	478.958	479.407	555.836	0,81
29	Gorontalo	269.540	231.211	227.627	234.393	240.135	251.432	234.863	-2,04
30	Sulawesi Barat	316.478	300.142	345.050	311.072	353.513	291.459	318.877	0,91
31	Maluku	116.229	98.255	110.447	116.804	92.601	79.958	91.125	-2,95
32	Maluku Utara	49.047	37.946	43.383	28.051	24.486	26.663	31.233	-5,05
33	Papua Barat	24.967	29.944	24.378	26.927	23.964	24.964	21.718	-1,34
34	Papua	223.119	235.340	166.002	286.280	193.944	196.723	228.514	5,63
	Indonesia	59.200.534	54.604.033	54.649.202	54.415.294	54.748.977	53.980.993	53.142.727	-1,74

Sumber: BPS (2024b)

Berdasarkan laju pertumbuhan tahunan produksi padi sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1 beberapa provinsi di luar Jawa menunjukkan hasil yang mengesankan dengan angka pertumbuhan yang lebih baik daripada provinsi-provinsi sentra padi di Pulau Jawa. Selama periode analisis 2018-2024, secara rata-rata produksi padi nasional tumbuh secara negatif yaitu -1,74% per tahun. Tren pertumbuhan negatif ini dialami hampir seluruh provinsi di Indonesia termasuk sebagian provinsi sentra padi, kecuali beberapa provinsi yang masih mengalami tren positif yaitu Kepulauan Bangka Belitung, Papua, Lampung, Sulawesi Barat, Sulawesi Tenggara, Sumatera Utara dan NTB, yang semuanya berada di luar Jawa.

Data pertumbuhan produksi yang ditampilkan pada Tabel 1 menyajikan fakta yang cukup menarik. Sebagian besar provinsi yang mengalami pertumbuhan rata-rata produksi padi yang positif, kecuali Lampung dan Sumatera Utara, bukan merupakan sentra utama produksi padi dan kontribusi produksinya relatif kecil terhadap total produksi nasional. Meskipun demikian, provinsi-provinsi tersebut mampu meningkatkan produksi padinya dalam periode 2018-2024 lebih cepat dibandingkan daerah lain. Hal ini juga dapat menjadi indikasi adanya potensi baru untuk mengembangkan produksi padi di luar Pulau Jawa dan memberikan perhatian lebih besar pada lokasi-lokasi yang selama ini bukan sentra padi.

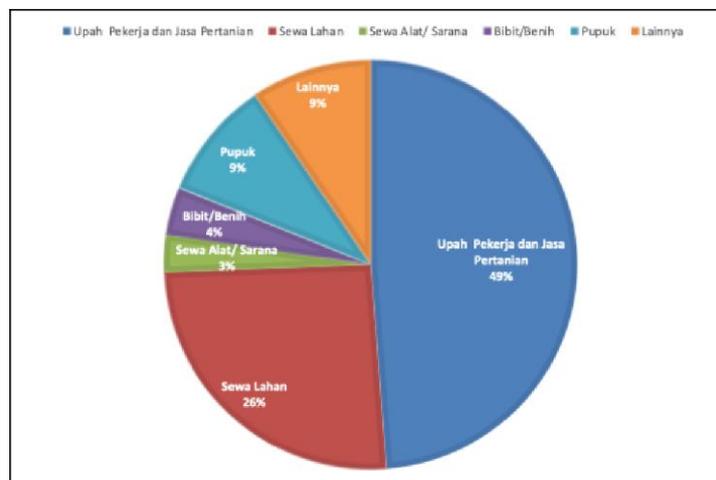
Gambar 1 menunjukkan perkembangan produktivitas padi menurut pulau dari tahun 2018-2024. Pada periode tersebut, terlihat adanya tren penurunan produktivitas padi di Pulau Jawa dari sekitar 55,23 kuintal per hektare di tahun 2018 menjadi 54,31 kuintal per hektare di tahun 2024. Daerah lain di luar Pulau Jawa mengalami tren produktivitas yang cenderung naik ataupun stagnan, namun dengan tingkat produktivitas yang lebih rendah dibandingkan di Pulau Jawa.



Sumber: BPS (2024b)

Gambar 1. Perkembangan Produktivitas Padi Menurut Pulau di Indonesia, 2018-2024

Seperti dijelaskan pada bagian metodologi, karena produksi padi melibatkan banyak input, maka studi ini memperhitungkan lima input utama yang digunakan dalam produksi padi yaitu lahan, tenaga kerja, benih, pupuk, dan *hand-tractor* (traktor tangan) sesuai dengan ketersediaan data yang ada. Kelima input ini banyak digunakan oleh petani padi di Indonesia dan berperan penting dalam menjelaskan dinamika produksi padi. Jumlah input yang digunakan bergantung pada biaya input tersebut, dan petani sangat responsif terhadap perubahan harga. Perilaku petani yang menyesuaikan penggunaan input berdasarkan harga input tersebut, menyebabkan adanya perbedaan struktur penggunaan input pada struktur ongkos padi di berbagai wilayah. Gambar 2 menunjukkan rata-rata pangsa biaya dari lima input utama dalam struktur ongkos produksi padi di Indonesia pada tahun 2017³. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa tenaga kerja dan lahan tetap menjadi komponen biaya paling dominan yang menyumbang hampir 80 persen dari total biaya dalam sistem produksi padi. Biaya lainnya mencakup beberapa biaya administrasi seperti premi asuransi, PBB, retribusi, penyusutan alat dan lainnya.



Sumber: BPS (2017)

Gambar 2. Struktur Ongkos Usaha Tanaman Padi, 2017

³ Struktur ongkos pertanian merupakan hasil survey yang dilakukan oleh BPS pada setiap periode tertentu. Struktur ongkos yang masih digunakan hingga tahun 2024 adalah berdasarkan publikasi tahun 2017.

Sementara itu, Tabel 2 menunjukkan dinamika penggunaan input dalam sistem produksi padi di Indonesia selama periode analisis. Sektor pertanian tanaman pangan menyerap sekitar 13 hingga 15 juta orang setiap tahunnya (atau lebih dari 10 persen dari total petani yang bekerja di sektor ini yaitu berkisar 37 juta orang). Sebagian besar petani tersebut terkonsentrasi di provinsi-provinsi sentra produksi padi di Pulau Jawa, yaitu Jawa Timur (17,47 persen), Jawa Tengah (14,63 persen) dan Jawa Barat (14,04 persen). Luas panen padi pada periode 2018-2024 mencapai sekitar 10 hingga 11,37 juta hektare, menjadikan komoditas padi sebagai salah satu tanaman pertanian di Indonesia yang paling luas. Dengan menggunakan luas baku sawah (LBS) tahun 2024 sebesar 7,38 juta hektare, indeks panen padi pada periode 2018-2024 berkisar 1,36 hingga 1,54. Artinya dalam periode tersebut panen padi secara rata-rata di seluruh Indonesia belum mencapai 2 kali dalam setahun.

Tabel 2. Dinamika Penggunaan Input dalam Produksi Padi di Indonesia

No.	Jenis Input	Jumlah						Rata-rata Pertumbuhan Input (%) 2018-2024	
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		2024
1.	Tenaga Kerja Subsektor Tanaman Pangan (orang)	13.161.165	12.642.913	15.150.291	13.811.500	14.974.128	15.024.551	15.220.250	2,85
2.	Luas Panen (Ha)	11.377.934	10.677.887	10.657.275	10.411.801	10.452.672	10.213.705	10.046.135	-2,03
3.	Pupuk Urea (ton)	4.082.145	3.693.722	3.971.397	3.625.246	3.970.411	3.655.133	3.710.066	-1,27
4.	Benih (ton)	83.916	69.170	73.626	60.441	44.978	43.489	49.594	-7,32
5.	Traktor Roda-2 (unit)	29.677	39.638	46.304	52.051	57.051	62.555	69.118	15,42

Sumber: Pusdatin (2024)

Jika dilihat dari sisi pertumbuhan, hanya jumlah tenaga kerja dan traktor roda-2 yang mengalami tren positif, sedangkan input lainnya mengalami tren negatif. Jumlah tenaga kerja tumbuh secara rata-rata 2,85 persen per tahun, sedangkan traktor roda-2 mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu tumbuh sekitar 15,42 persen per tahun. Adapun luas panen, pupuk urea, dan benih unggul bersertifikat mengalami penurunan setiap tahunnya. Penurunan terbesar dialami oleh penggunaan benih unggul bersertifikat yang secara rata-rata turun sekitar -7,32 persen per tahun. Pertumbuhan positif jumlah tenaga kerja menjadi bukti bahwa sektor pertanian tanaman pangan masih menjadi penyangga penyerapan tenaga kerja, bahkan di saat terjadi guncangan ekonomi seperti pandemi Covid yang terjadi di tahun 2020-2021. Adapun pertumbuhan penggunaan traktor roda-2 yang sangat signifikan sejak tahun 2018 menunjukkan bahwa pertanian tanaman pangan sudah menuju pada fase mekanisasi pertanian yang semakin masif. Dinamika penggunaan input ini turut memengaruhi perubahan output, sebagaimana tercermin dalam rincian pertumbuhan Produktivitas Total Faktor (TFP) yang disajikan dalam Tabel 3.

Sebagai tujuan pertama, studi ini bermaksud untuk menganalisis produktivitas total faktor/ *total factor productivity* (TFP) produksi padi di Indonesia pada tingkat provinsi selama periode 2018–2023. Tabel 3 menyajikan hasil analisis TFP yang menunjukkan indeks output, indeks input, indeks TFP serta pertumbuhan masing-masing indeks tersebut di tingkat nasional. Indeks TFP produksi padi di tingkat nasional menurun menjadi di bawah 100 setelah tahun dasar 2018. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi penurunan output padi meskipun pada tahun-tahun tertentu, input mengalami kenaikan. Tren pertumbuhan TFP padi yang negatif dan mendekati nol menjadi *warning sign* bagi pemerintah dan para pemangku kepentingan dalam sistem produksi padi, untuk melakukan upaya perbaikan menyeluruh guna meningkatkan kembali produktivitas total faktor padi. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3, TFP padi pada periode 2018-2024 adalah negatif dan mendekati nol, yang bermakna tidak terdapat perbaikan kinerja input ataupun penerapan teknologi yang lebih baik dalam sistem budidaya padi di tingkat nasional.

Tabel 3. Indeks Output, Input, TFP dan Pertumbuhan Tahunan

Tahun	Indeks			Pertumbuhan Tahunan (%)		
	Output	Input	TFP	Output	Input	TFP
2018	100	100	100	-	-	-
2019	93,8	95,3	98,5	-6,15	-4,68	-1,54
2020	93,7	96,0	97,6	-0,19	0,72	-0,90
2021	91,5	94,0	97,3	-2,30	-2,08	-0,22
2022	91,9	95,0	96,7	0,39	1,06	-0,66
2023	89,8	93,0	96,5	-2,29	-2,11	-0,18
2024	88,3	92,0	96,0	-1,64	-1,08	-0,57
2018-2024	92,7	95,0	97,5	-2,03	-1,36	-0,68

Sumber: Hasil analisis

Hasil analisis pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa laju penurunan output melebihi laju penurunan input, sehingga pertumbuhan TFP mengalami tren negatif setiap tahunnya, kecuali di tahun 2022. Pada tahun 2022, indeks output sempat mengalami kenaikan akibat adanya kenaikan indeks input, namun kenaikan output tersebut lebih kecil dibandingkan kenaikan inputnya sehingga secara total pertumbuhan TFP tetap negatif yaitu -0,66 persen. Hal ini menunjukkan bahwa petani tanaman pangan yang melakukan budidaya padi belum cukup efisien dalam menggunakan inputnya. Apabila penggunaan input oleh petani telah berjalan secara efisien, pertumbuhan TFP akan bernilai positif. Secara rata-rata, TFP produksi padi pada periode 2018-2024 turun sebesar -0,68 persen per tahun.

Tabel 4 menampilkan analisis lanjutan mengenai dinamika TFP padi di tingkat provinsi selama 2018-2024. Jumlah provinsi yang dianalisis sebanyak 34 provinsi untuk menjaga konsistensi ketersediaan data selama periode analisis. Meskipun pada sebagian wilayah, tren TFP provinsi hampir serupa dengan tren di tingkat nasional, namun apabila dianalisis lebih lanjut tingkat TFP bervariasi antarprovinsi tergantung pada tingkat output, jumlah input yang digunakan, dan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhinya, seperti infrastruktur, layanan penelitian, serta penyuluhan yang tersedia di masing-masing daerah.

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan di Tabel 4, sebanyak 17 provinsi mengalami pertumbuhan TFP yang negatif dan 17 lainnya mengalami tren positif selama periode 2018-2024. Diantara provinsi sentra padi di Pulau Jawa, hanya Jawa Timur yang mengalami tren negatif sedangkan provinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat mengalami tren pertumbuhan TFP positif yaitu masing-masing 0,3 persen dan 1,7 persen. Artinya di kedua provinsi yang disebutkan terakhir tersebut para petani telah menikmati dampak aplikasi teknologi sehingga setiap input yang digunakan menghasilkan output yang lebih tinggi.

Provinsi yang mengalami pertumbuhan TFP tinggi justru adalah provinsi-provinsi yang selama ini bukan merupakan sentra padi. Pertumbuhan TFP tertinggi tercatat terjadi di Provinsi Maluku dengan pertumbuhan 8,1 persen per tahun, disusul Provinsi Gorontalo sebesar 5,8 persen dan Provinsi Riau sebesar 4,3 persen. Fakta ini menunjukkan setidaknya terdapat dua hal penting. Pertama, provinsi-provinsi sentra padi khususnya di Jawa telah mengalami *levelling off* peningkatan produktivitas padi mengingat tingkat produktivitasnya yang sudah lebih tinggi dari rata-rata nasional dan sulit untuk mengangkat pertumbuhan produktivitas kecuali terdapat perubahan radikal dalam sistem budidaya usahatani menuju modernisasi. Kedua, provinsi-provinsi di luar Jawa masih memiliki potensi untuk ditingkatkan produktivitasnya karena produktivitas yang ada saat ini masih di bawah potensi sebenarnya. Kedua hal tersebut menjadi temuan yang menguatkan pentingnya untuk mendorong intervensi pemerintah dalam meningkatkan produksi padi pada wilayah-wilayah potensial di luar Pulau Jawa.

Tabel 4. Indeks TFP Padi Menurut Provinsi di Indonesia, 2018-2024

No	Provinsi	Indeks TFP								Rata-rata Pertumbuhan TFP (%)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018-2024	
1	Aceh	100	97,7	89,2	87,5	97,1	94,1	82,9	-3,3	
2	Sumatera Utara	100	99,4	107,1	104,3	107,4	103,1	102,4	0,6	
3	Sumatera Barat	100	94,5	95,6	96,6	85,2	86,0	85,5	-2,0	
4	Riau	100	103,1	101,4	93,3	95,0	104,8	127,6	4,3	
5	Jambi	100	84,0	85,6	83,0	79,4	79,3	74,3	-2,5	
6	Sumatera Selatan	100	95,7	99,4	103,5	108,1	106,5	105,4	1,9	
7	Kep. Bangka Belitung	100	121,4	118,1	132,5	99,9	93,4	78,3	-8,8	
8	Kep. Riau	100	103,1	101,4	93,3	95,0	104,8	127,6	4,3	
9	Bengkulu	100	88,1	89,6	86,8	96,4	101,4	100,0	2,5	
10	Lampung	100	96,7	93,4	94,4	101,4	100,8	100,8	0,8	
11	DKI Jakarta	100	138,9	141,8	81,4	85,0	79,2	116,4	-3,5	
12	Jawa Barat	100	99,3	99,4	100,3	102,3	102,8	108,2	1,7	
13	Banten	100	99,8	100,0	94,6	97,7	91,6	90,8	-1,9	
14	Jawa Tengah	100	95,5	93,0	96,8	94,9	97,9	96,8	0,3	
15	DI Yogyakarta	100	93,5	93,5	99,2	99,9	108,8	109,9	3,2	
16	Jawa Timur	100	96,0	93,4	92,9	91,3	93,7	92,4	-0,8	
17	Bali	100	94,9	92,4	98,7	94,8	84,1	89,4	-1,2	
18	Nusa Tenggara Barat	100	94,8	88,7	97,1	92,6	98,5	117,8	4,4	
19	Nusa Tenggara Timur	100	95,8	78,4	83,8	83,1	93,5	69,5	-6,4	
20	Kalimantan Barat	100	97,0	94,0	73,6	69,8	73,3	62,2	-8,9	
21	Kalimantan Tengah	100	102,5	93,0	85,3	90,9	82,2	82,3	-4,4	
22	Kalimantan Selatan	100	100,7	101,1	109,5	112,4	105,3	105,5	0,9	
23	Kalimantan Timur	100	107,1	106,3	115,4	113,3	96,9	89,9	-3,5	
24	Kalimantan Utara	100	107,1	106,3	115,4	113,3	96,9	89,9	-3,5	
25	Sulawesi Utara	100	100,5	102,4	108,8	111,3	99,7	102,1	0,3	
26	Gorontalo	100	97,1	103,6	110,9	108,7	118,8	130,0	5,8	
27	Sulawesi Tengah	100	88,2	85,2	90,3	79,9	94,6	84,8	-0,8	
28	Sulawesi Selatan	100	89,9	83,9	86,0	84,3	85,0	87,1	-0,6	
29	Sulawesi Tenggara	100	87,3	88,0	90,9	98,6	86,8	92,8	1,2	
30	Sulawesi Barat	100	89,9	83,9	86,0	84,3	85,0	87,1	-0,6	
31	Maluku	100	102,6	108,1	131,6	129,5	141,6	154,1	8,1	
32	Maluku Utara	100	83,1	96,2	94,4	91,9	83,1	62,0	-5,8	
33	Papua	100	98,9	98,2	104,0	109,7	103,3	106,3	1,4	
34	Papua Barat	100	98,9	98,2	104,0	109,7	103,3	106,3	1,4	
	Indonesia	100	98,5	97,6	97,3	96,7	96,5	96,0	-0,7	

Sumber: Hasil analisis

Peran Infrastruktur Pertanian terhadap TFP Padi

Hal berikutnya yang dianalisis dalam studi ini adalah bagaimana infrastruktur publik memengaruhi *total factor productivity* (TFP) padi. Tiga komponen utama infrastruktur yang dianalisis dalam studi ini mencakup jalan, listrik, dan luas lahan terlayani rehabilitasi jaringan irigasi. Jalan dan listrik mewakili infrastruktur transportasi dan energi, sementara rehabilitasi jaringan irigasi merupakan jenis infrastruktur spesifik yang terkait langsung dengan sistem pertanian⁴. Mengingat pemerintah Indonesia telah berinvestasi besar-besaran dalam pembangunan jalan dan listrik sebagai dukungan terhadap pembangunan ekonomi, studi ini menelaah lebih jauh bagaimana sektor pertanian, khususnya produksi padi, dapat memperoleh manfaat dari investasi besar tersebut.

Jaringan listrik termasuk infrastruktur yang mengalami pertumbuhan pesat dalam tujuh tahun terakhir. Selama periode 2018-2024, kapasitas listrik terpasang tumbuh sekitar 2,86 persen per tahun, dari 63.947 megawatt menjadi 75.936 megawatt. Peningkatan positif juga tercatat pada pengembangan jalan yang mencakup jalan daerah dan jalan nasional. Variabel jalan tumbuh sekitar 0,03 persen per tahun dengan pertumbuhan tertinggi terjadi di tahun 2021. Kedua komponen infrastruktur ini dapat menjadi faktor pengungkit pencapaian target-target rencana pembangunan nasional. Tabel 5 merangkum dinamika yang terjadi untuk infrastruktur jalan, kapasitas listrik terpasang, dan luas lahan terlayani rehabilitasi jaringan irigasi di Indonesia selama tahun 2018–2024.

⁴ Sejak tahun 2018, BPS tidak lagi merilis data luas lahan sawah teririgasi (*irrigated land*), sehingga yang dianalisis adalah luas lahan yang terlayani rehabilitasi jaringan irigasi.

Tabel 5. Perkembangan Jalan, Listrik dan Rehabilitasi Irigasi, 2018-2024

Tahun	Jalan (km)	Kapasitas Listrik (MW)	Rehab Irigasi (ha)
2018	542.310	63.947	134.700
2019	542.842	64.843	134.010
2020	542.909	65.236	186.001
2021	546.624	72.894	257.500
2022	546.983	74.219	196.700
2023	541.365	73.461	51.400
2024	543.324	75.936	83.150
Rata-rata pertumbuhan per tahun (%)	0,03	2,86	-8,04

Sumber: BPS (2025)

Model ekonometrika yang digunakan dalam studi ini dirancang untuk menjelaskan TFP padi sebagai fungsi dari infrastruktur publik (jalan, listrik, dan rehabilitasi irigasi), disertai dengan variabel kontrol lain yaitu curah hujan dan nilai tukar usaha pertanian (NTUP) untuk menangkap perbedaan kondisi geografis dan faktor harga. Faktor-faktor lain yang mungkin berpengaruh terhadap perubahan TFP padi seperti penelitian dan penyuluhan, lembaga keuangan, dan infrastruktur pasar tidak dimasukkan dalam studi ini dan kemungkinan telah dibahas dalam literatur sebelumnya.

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 6 mengonfirmasi bahwa infrastruktur publik memiliki pengaruh positif terhadap TFP padi. Berdasarkan model panel data dengan pendekatan *fixed effects* tersebut, dari lima variabel independen yang diuji, dua variabel—yakni rehabilitasi jaringan irigasi dan panjang jalan provinsi—memiliki pengaruh yang signifikan dan positif terhadap pertumbuhan TFP padi. Karena semua variabel (dependen dan independen) dianalisis dalam bentuk logaritma, maka koefisien dalam model menunjukkan elastisitas. Sebagai contoh, koefisien sebesar 0,265 pada variabel panjang jalan menunjukkan pengaruh positif dan signifikan ($p < 0,05$) terhadap TFP yaitu peningkatan panjang jalan sebesar 1% diasosiasikan dengan peningkatan produktivitas total faktor sebesar 0,265%. Infrastruktur jalan membantu petani untuk meningkatkan aksesibilitas terhadap input pertanian (seperti pupuk dan benih), distribusi hasil panen, dan akses ke pasar serta layanan pendukung yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas padi.

Infrastruktur dasar yang paling terkait dengan sektor pertanian di dalam model yang dibangun pada studi ini diwakili oleh variabel luas layanan rehabilitasi jaringan irigasi. Koefisien regresi sebesar 0,361 menunjukkan bahwa peningkatan luas area rehabilitasi jaringan irigasi sebesar 1% akan meningkatkan TFP sebesar 0,361%, *ceteris paribus*. Variabel ini signifikan pada tingkat 1% ($p < 0,01$), yang mencerminkan peran krusial dari infrastruktur irigasi dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor pertanian. Temuan ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa investasi pada infrastruktur irigasi meningkatkan intensitas tanam, memperbaiki ketersediaan air, dan mengurangi kerentanan terhadap perubahan iklim musiman sehingga produktivitas dapat terjaga dengan baik dan bahkan dapat ditingkatkan.

Variabel kapasitas listrik terpasang memiliki koefisien positif sebesar 0,117, namun tidak signifikan secara statistik ($p > 0,10$). Meski demikian, arah pengaruhnya sesuai dengan teori bahwa ketersediaan energi mendukung penggunaan teknologi dan mekanisasi pertanian yang juga berdampak pada peningkatan produktivitas padi. Koefisien yang tidak signifikan pada variabel ini dapat mengindikasikan bahwa kapasitas listrik terpasang belum banyak dimanfaatkan secara optimal dalam praktik pertanian di berbagai daerah. Hal ini mengingat sebagian besar alat dan mesin pertanian yang dioperasikan di lapangan oleh para petani masih lebih banyak mengandalkan sumber energi fosil (minyak solar) dibandingkan menggunakan listrik.

Variabel lain yang memiliki arah pengaruh positif terhadap TFP adalah NTUP, dengan nilai koefisien sebesar 0,102, meskipun tidak signifikan secara statistik. Tidak signifikannya NTUP terhadap pertumbuhan TFP padi dimungkinkan karena NTUP hanya mencerminkan daya tukar produk pertanian yang dihasilkan untuk dapat membeli input usahatani. Pengaruh NTUP terhadap produktivitas total memerlukan perantara lain seperti besaran nilai pendapatan petani yang disisihkan untuk investasi, adopsi teknologi, atau untuk memperluas akses pembiayaan guna mendorong mekanisasi. Variabel lain yang juga tidak signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan TFP adalah variabel curah hujan tahunan dengan koefisien sebesar -0,049. Artinya, curah hujan tidak memiliki pengaruh yang linier dan

tidak cukup kuat untuk memengaruhi peningkatan TFP karena ketidakterdugaan curah hujan dan adanya faktor-faktor lain yang lebih determinan seperti irigasi dan faktor kelembagaan petani.

Koefisien determinasi (R^2 within) sebesar 66,4 persen mengindikasikan bahwa model mampu menjelaskan variasi TFP antarwaktu dengan cukup baik (lebih dari 50 persen). Hasil uji F keseluruhan signifikan pada level 1% ($\text{Prob} > F = 0.000$), menunjukkan bahwa secara kolektif, variabel-variabel independen yang dipilih berpengaruh signifikan terhadap TFP. Model empiris ini menekankan kembali pentingnya investasi infrastruktur fisik, khususnya irigasi dan jalan, dalam mendorong produktivitas total sektor pertanian, khususnya komoditas padi. Untuk itu pada bagian selanjutnya akan dilakukan pembahasan mengenai pilihan kebijakan yang dapat dilakukan guna mendorong percepatan peningkatan TFP padi berdasarkan hasil analisis yang didapatkan.

Tabel 6. Hasil Estimasi Peran Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan TFP Padi

Variabel Independen	Koefisien	Std. Error	t-statistik
Panjang jalan (ln)	0,265**	0,085	3,12
Kapasitas listrik terpasang (ln)	0,117	0,096	1,22
Luas rehabilitasi jaringan irigasi (ln)	0,361***	0,073	4,95
Curah hujan tahunan (ln)	-0,049	0,060	-0,81
NTUP (ln)	0,102	0,081	1,26
Konstanta	-5,432**	2,203	-2,47
N = 238			
R-sq (within) = 0,6643; Prob > F = 0.0000			

Catatan: *** $P < 0,01$; ** $P < 0,05$; * $P < 0,10$

Sumber: Hasil analisis

ALTERNATIF/ PILIHAN KEBIJAKAN

Hasil analisis empiris dalam studi ini memberikan gambaran yang cukup meyakinkan mengenai stagnasi produktivitas total faktor (*total factor productivity*/TFP) pada subsektor tanaman pangan, khususnya komoditas padi yang menjadi tulang punggung ketahanan pangan nasional. Dalam tujuh tahun terakhir dari 2018-2024, laju pertumbuhan produksi padi nasional cenderung menurun yaitu sekitar -1,74 persen per tahun (BPS 2024b). Data BPS juga menunjukkan bahwa pada periode tersebut luas panen padi menurun dengan tingkat pertumbuhan negatif yaitu -2,03 persen per tahun dengan pertumbuhan produktivitas yang cenderung stagnan yaitu hanya 0,32 persen per tahun. Ketika laju pertumbuhan luas panen negatif dan pertumbuhan produktivitas lahan cenderung stagnan, satu-satunya penopang keberlanjutan produksi nasional adalah peningkatan produktivitas total faktor produksi yang tidak hanya lahan saja, tetapi juga mencakup faktor produksi lainnya seperti benih, alat dan mesin pertanian, sumber daya manusia dan lainnya, yang dalam konteks jangka panjang terefleksikan dalam peningkatan TFP. Untuk itu pada bagian ini dibahas bagaimana strategi peningkatan TFP melalui perbaikan infrastruktur, berdasarkan hasil analisis pada bagian sebelumnya.

Melalui pendekatan analisis regresi data panel dengan efek tetap (*fixed effects*), studi ini menunjukkan bahwa dua variabel memiliki pengaruh signifikan dan positif terhadap pertumbuhan TFP padi, yaitu luas rehabilitasi jaringan irigasi dan panjang jalan, satu variabel memiliki pengaruh positif namun tidak signifikan yaitu kapasitas listrik terpasang, dan variabel lainnya yang dianalisis sebagai variabel kontrol (curah hujan dan NTUP). Temuan ini mempertegas bahwa infrastruktur dasar, khususnya irigasi dan aksesibilitas wilayah, merupakan faktor strategis dalam meningkatkan efisiensi produksi pertanian di tingkat usahatani. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dirumuskan beberapa alternatif kebijakan yang dapat dipertimbangkan pemerintah sebagai berikut.

Alternatif kebijakan pertama yang layak dipertimbangkan adalah memberikan prioritas kepada rehabilitasi jaringan irigasi. Dari hasil estimasi model regresi, variabel infrastruktur irigasi memiliki koefisien sebesar 0,361 dan signifikan pada tingkat 1 persen, menjadikannya variabel dengan pengaruh paling kuat dalam model. Temuan ini menunjukkan bahwa ketergantungan petani Indonesia terhadap

sistem irigasi teknis sangat tinggi, terutama di Pulau Jawa, di mana lebih dari 80 persen produksi padi nasional dihasilkan.

Rehabilitasi jaringan irigasi bukan sekadar proyek fisik untuk memperbaiki saluran, tetapi harus dipahami sebagai kebijakan strategis untuk mengamankan keberlanjutan produksi pangan nasional. Ketika air dapat dipasok secara teratur dan sesuai kebutuhan tanaman, petani lebih percaya diri untuk melakukan tanam serempak, menggunakan varietas unggul dengan periode tanam lebih pendek, serta memanfaatkan input pertanian secara efisien (Huang et al. 2006). Disinilah letak kontribusi langsung irigasi terhadap peningkatan TFP. Namun, implementasi kebijakan ini menghadapi tantangan yang tidak mudah untuk diatasi. Fragmentasi kewenangan antara pemerintah pusat dan daerah telah menciptakan ketidakjelasan dalam tanggung jawab pemeliharaan saluran tersier. Sebagian besar Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) juga tidak memiliki kapasitas teknis maupun keuangan untuk melaksanakan operasi dan pemeliharaan secara rutin. Tanpa penataan ulang sistem tata kelola irigasi dan penguatan kelembagaan di tingkat akar rumput, rehabilitasi irigasi hanya akan menghasilkan manfaat jangka pendek.

Alternatif kedua mengarah pada penguatan infrastruktur jalan baik provinsi, kabupaten/kota maupun jalan produksi di kawasan pertanian. Koefisien regresi variabel panjang jalan tercatat sebesar 0,265 dan signifikan pada tingkat 5 persen. Hasil ini mengindikasikan bahwa aksesibilitas merupakan variabel penting yang memengaruhi produktivitas pertanian melalui berbagai saluran. Jalan yang memadai memungkinkan distribusi sarana produksi pertanian seperti benih, pupuk, dan alsintan ke desa-desa sentra produksi menjadi lebih cepat dan murah. Disamping itu, keberadaan jalan meningkatkan akses terhadap layanan penyuluhan, pendidikan, dan permodalan yang turut menentukan keputusan usaha tani.

Namun, pelaksanaan kebijakan pembangunan jalan tidak lepas dari kendala. Sering kali, pembangunan jalan di daerah tidak didasarkan pada pertimbangan spasial yang mempertimbangkan pola produksi dan distribusi pertanian (Sudarwati and Nasution 2024). Hal ini menyebabkan pembangunan jalan bersifat acak dan tidak selalu menyasar kawasan berproduksi tinggi. Selain itu, jalan produksi di wilayah rawa atau dataran rendah sering rusak akibat tidak dirancang dengan memperhatikan kondisi hidrologi lokal. Tantangan lainnya adalah ketersediaan anggaran daerah yang sangat terbatas dan tergantung pada Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik yang kompetitif dan tidak selalu konsisten tiap tahun. Oleh karena itu, meskipun jalan terbukti memberikan kontribusi terhadap peningkatan TFP, efektivitas kebijakan ini sangat bergantung pada ketersediaan anggaran, sinergi lintas sektor dan tata kelola spasial yang adaptif.

Alternatif kebijakan ketiga adalah mendorong optimalisasi pemanfaatan energi listrik untuk sektor pertanian, terutama dalam mendukung mekanisasi dan digitalisasi sistem produksi. Variabel kapasitas listrik terpasang dalam regresi menunjukkan koefisien sebesar 0,117, yang meskipun tidak signifikan secara statistik, memiliki arah pengaruh positif dan mendukung teori pertumbuhan endogen. Artinya, terdapat potensi besar dalam penguatan peran energi listrik untuk meningkatkan efisiensi pertanian, hanya saja saat ini kontribusinya masih rendah. Penggunaan energi listrik terutama penting untuk mendukung irigasi pompa, pendinginan hasil panen, serta pengoperasian alat mesin pertanian yang lebih hemat energi sebagaimana yang ditemukan oleh Kumar et al. (2022) untuk kasus di India.

Meskipun berpotensi untuk meningkatkan TFP padi, transisi menuju pertanian berbasis listrik memerlukan investasi awal yang tinggi dan kesiapan teknis yang belum merata. Banyak kawasan pertanian, terutama di luar Jawa, belum terhubung dengan jaringan listrik yang andal. Bahkan jika tersedia, tarif listrik non-rumah tangga yang berlaku saat ini masih dianggap memberatkan petani kecil. Selain itu, belum terdapat regulasi yang mengatur tarif khusus listrik untuk irigasi atau penggunaan pertanian secara spesifik, sehingga insentif bagi petani untuk beralih ke sistem berbasis listrik masih sangat terbatas. Dari sisi kelembagaan, adopsi teknologi baru yang bergantung pada listrik juga membutuhkan pelatihan dan pendampingan intensif bagi petani, sesuatu yang belum terwadahi secara sistematis dalam program penyuluhan nasional.

Pada tahap selanjutnya, dilakukan analisis untuk memilih kebijakan terbaik yang dapat dilakukan saat ini dalam rangka meningkatkan TFP padi di Indonesia. Mengacu pada pendekatan *Eightfold Path* oleh Bardach (2012), seleksi kebijakan terbaik dapat ditentukan melalui analisis terhadap efektivitas (dalam hal ini, dampak terhadap TFP), efisiensi (rasio manfaat terhadap biaya), kelayakan politik dan fiskal, serta keberlanjutan kelembagaan. Dari ketiga alternatif yang disusun, pada prinsipnya seluruh alternatif memenuhi kriteria-kriteria tersebut dengan level yang berbeda. Berdasarkan hasil diskusi dengan beberapa pejabat fungsional Perencana di lingkungan Kementerian Pertanian, didapatkan penilaian atas berbagai alternatif yang ada sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Estimasi Peran Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan TFP Padi

Alternatif Kebijakan	Kriteria Penilaian			
	Efektivitas	Efisiensi	Kelayakan Politik/ Fiskal	Keberlanjutan Kelembagaan
Rehabilitasi Jaringan Irigasi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
Pembangunan Jalan	Sedang	Rendah	Tinggi	Rendah
Peningkatan Kapasitas Listrik	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah

Sumber: Hasil analisis

Tabel 7 menampilkan hasil analisis komparatif dari ketiga alternatif kebijakan yang ada. Berdasarkan analisis komparatif kebijakan menggunakan pendekatan Eugene Bardach, rehabilitasi dan modernisasi jaringan irigasi menjadi pilihan utama dalam meningkatkan *total factor productivity* (TFP) padi di Indonesia. Hal ini didukung oleh temuan empiris yang menunjukkan bahwa luas layanan rehabilitasi jaringan irigasi memiliki koefisien regresi tertinggi terhadap pertumbuhan TFP padi, yaitu sebesar 0,361 dengan tingkat signifikansi $p < 0,01$. Artinya, persentase peningkatan TFP padi akan menjadi lebih tinggi jika semakin banyak jaringan irigasi yang direhabilitasi, yang mana setiap 1 persen peningkatan rehabilitasi irigasi akan meningkatkan TFP padi sebesar 0,361 persen. Sebagai perbandingan, variabel infrastruktur jalan produksi memiliki koefisien 0,265 ($p < 0,05$), sementara kapasitas listrik tidak menunjukkan signifikansi statistik yang berarti.

Secara operasional, rehabilitasi dan modernisasi irigasi memiliki kelayakan tinggi mengingat kelembagaan petani seperti Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) telah eksis dan dapat diberdayakan untuk menjaga keberlanjutan fungsi irigasi. Dari sisi efisiensi ekonomi, investasi pada irigasi memberikan dampak langsung terhadap produktivitas dan indeks pertanaman, sehingga setiap rupiah yang diinvestasikan menghasilkan manfaat yang lebih besar dibandingkan alternatif lainnya. Kelayakan politik juga tinggi, dengan adanya dukungan lintas kementerian seperti Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Desa dan Pembangunan Daerah Tertinggal, Kemenko Bidang Pangan dan Bappenas, serta kemungkinan integrasi dalam program prioritas nasional. Hal ini juga diperkuat dengan pertimbangan politik terkini pasca terbitnya Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 2 Tahun 2025 tentang Percepatan Pembangunan, Peningkatan, Rehabilitasi, serta Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi untuk Mendukung Swasembada Pangan. Instruksi ini merupakan manifestasi konkret dari pengakuan pemerintah atas peran fundamental irigasi sebagai tulang punggung sistem produksi pangan, khususnya padi.

Menariknya, pertumbuhan TFP padi yang lebih tinggi justru terjadi di daerah-daerah luar Jawa yang merupakan non-sentra padi tradisional. Hal ini mengindikasikan bahwa investasi infrastruktur, termasuk irigasi, di wilayah-wilayah tersebut memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas. Dengan demikian, fokus kebijakan tidak hanya perlu diarahkan pada daerah sentra produksi di Jawa, tetapi juga pada wilayah-wilayah luar Jawa yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan melalui peningkatan infrastruktur irigasi.

Untuk memastikan kebijakan rehabilitasi jaringan irigasi berjalan dengan optimal sehingga dapat berdampak peningkatan produktivitas total faktor padi dengan baik, pelaksanaan program dan kegiatan pendukung harus dilakukan secara bertahap mulai dari jangka pendek, menengah dan jangka panjang. Dalam jangka pendek misalnya, pemerintah dapat fokus pada pemetaan kawasan irigasi prioritas berbasis data satelit dan pengumpulan *baseline* kapasitas irigasi. Inpres 2/2025 menjadi dasar penganggaran terpadu antarkementerian untuk memulai perluasan layanan rehabilitasi jaringan irigasi dari kawasan strategis pangan baru, termasuk wilayah luar Jawa yang menurut hasil regresi memiliki laju pertumbuhan TFP lebih tinggi dibandingkan kawasan sentra padi tradisional. Apabila anggaran terbatas, pemerintah dapat menginisiasi perbaikan irigasi pada lokasi-lokasi yang memiliki daya ungkit tertinggi berdasarkan hasil analisis TFP, diantaranya pada sebagian wilayah timur Indonesia (Maluku dan Gorontalo), NTB, dan wilayah Riau.

Setelah tahap pemetaan dan seleksi wilayah prioritas, pada jangka menengah pemerintah dapat berfokus pada penguatan kelembagaan pengelola irigasi, termasuk pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A), pembentukan Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) irigasi yang profesional, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan teknis dan manajemen berbasis kinerja. Kegiatan operasi dan pemeliharaan yang selama ini menjadi kelemahan utama sistem irigasi nasional harus direvitalisasi dengan memperkuat skema pembiayaan operasional dari Dana Alokasi Khusus (DAK) fisik bidang pertanian. Alokasi DAK fisik pertanian selama ini hanya berfokus pada aspek

pembangunan namun belum banyak menyentuh pada aspek operasionalisasi dan pemeliharaan jaringan irigasi.

Dalam jangka panjang, fokus kegiatan dapat diarahkan untuk memperluas cakupan irigasi ke wilayah baru sebagai bagian dari strategi ekspansi kapasitas produksi nasional. Keegiatannya mencakup pembangunan dan perbaikan irigasi pada lokasi program cetak sawah baru yang berbasis lahan rawa, marginal, maupun tadah hujan, dengan prasyarat kelayakan ekologi dan sosial yang ketat. Sebagai gambaran, di tahun 2025 Kementerian Pertanian mengalokasikan kegiatan cetak sawah baru seluas 225 ribu hektaree dan kegiatan optimasi lahan rawa seluas 500 ribu hektaree. Pada dua kegiatan tersebut, faktor infrastruktur irigasi memainkan peran yang sangat penting guna memastikan lahan yang sudah dibuka dapat ditanami untuk tanaman padi yang memang membutuhkan sistem pengairan yang memadai. Pengembangan teknologi irigasi hemat air seperti irigasi tetes, *sprinkler*, atau irigasi *subsurface* juga menjadi bagian dari strategi dalam jangka panjang, khususnya dalam menghadapi perubahan iklim dan keterbatasan pasokan air di masa depan.

Pembagian tugas dalam hal kebijakan perluasan layanan rehabilitasi jaringan irigasi melibatkan banyak pihak di tingkat pusat maupun daerah. Pelaksanaan kebijakan tersebut tentunya tetap mengacu pada kerangka Instruksi Presiden Nomor 2 Tahun 2025 tentang Percepatan Pembangunan, Peningkatan, Rehabilitasi, serta Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi untuk Mendukung Swasembada Pangan, yang menekankan pentingnya koordinasi lintas sektor dan lintas tingkat pemerintahan yang efektif. Sesuai amanat Inpres 2/2025 tersebut, orkestrasi pelaksanaan perbaikan dan pembangunan jaringan irigasi dilakukan oleh Kementerian Koordinator Bidang Infrastruktur dan Pembangunan Wilayah bersama dengan Kementerian Koordinator Bidang Pangan. Kedua kementerian koordinator tersebut berperan dalam menyusun aturan turunan berupa peraturan menteri untuk menerjemahkan lebih lanjut mengenai fokus lokasi dan pembagian peran antarkementerian dan pemerintah daerah.

Secara normatif, Kementerian Pekerjaan Umum (PU) bertanggung jawab atas perencanaan teknis, pembangunan, rehabilitasi, serta operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi. Melalui Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PU melaksanakan pembangunan infrastruktur irigasi sesuai dengan standar teknis dan kualitas yang ditetapkan. Di sisi lain, Kementerian Pertanian bertugas memastikan bahwa pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi berdampak langsung pada peningkatan produksi pertanian. Untuk itu, lokus pembangunan dan rehabilitasi jaringan irigasi harus sejalan dengan potensi produksi pangan dan target pemenuhan kebutuhan konsumsi nasional. Disamping itu, Kementerian Pertanian bertanggung jawab dalam hal koordinasi penyediaan benih unggul, pupuk, dan teknologi pertanian yang sesuai dengan kondisi lahan yang telah diirigasi, serta dalam pemberdayaan petani melalui pelatihan dan pendampingan untuk meningkatkan kapasitas mereka dalam mengelola lahan irigasi secara produktif dan berkelanjutan.

Di tingkat daerah, pemerintah provinsi dapat memainkan perannya dalam perencanaan dan pengawasan pembangunan irigasi di wilayahnya, terutama yang melintasi beberapa kabupaten/ kota. Di sisi lain, pemerintah kabupaten/kota memiliki peran langsung dalam hal identifikasi kebutuhan irigasi, penyediaan lahan, serta koordinasi dengan masyarakat dan kelompok tani dalam pelaksanaan proyek pembangunan ataupun rehabilitasi jaringan irigasi. Pemerintah kabupaten/kota juga bertanggung jawab dalam operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi pasca pembangunan, termasuk pembentukan dan pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) melalui jejaring para penyuluh pertanian yang menjadi pegawai daerah.

Mekanisme pemantauan dan evaluasi dapat dilakukan secara berjenjang sesuai dengan pembagian kewenangan rehabilitasi jaringan irigasi, mulai dari tingkat pemerintah pusat, provinsi dan kabupaten/ kota. Evaluasi tahunan diperlukan untuk menilai efektivitas program rehabilitasi dan modernisasi irigasi dalam meningkatkan TFP padi, khususnya pada wilayah-wilayah dengan potensi pertumbuhan tinggi. Evaluasi ini mencakup aspek kontinuitas pasokan air, intensitas tanam, serta partisipasi kelembagaan petani dalam operasi dan pemeliharaan jaringan. Temuan dari evaluasi tersebut menjadi dasar penyesuaian kebijakan agar lebih responsif dan adaptif, baik melalui peningkatan anggaran pada wilayah prioritas, penyesuaian strategi teknis dan kelembagaan, maupun penyempurnaan desain infrastruktur agar lebih efisien dan tahan terhadap variabilitas iklim serta dinamika lainnya di lapangan.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Temuan utama dari studi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan *Total Factor Productivity* (TFP) padi di Indonesia selama periode observasi sangat dipengaruhi oleh ketersediaan infrastruktur yang memadai, terutama jaringan irigasi. Hasil estimasi regresi panel dengan *fixed effects* menunjukkan bahwa rehabilitasi irigasi memberikan kontribusi yang paling besar dan signifikan terhadap peningkatan TFP dibandingkan dua variabel lainnya—yakni panjang jalan produksi dan kapasitas listrik terpasang. Koefisien variabel irigasi bernilai positif 0,361 dan signifikan pada level 1%, menunjukkan bahwa setiap 1 persen peningkatan cakupan atau kualitas jaringan irigasi dikaitkan dengan 0,361 persen pertumbuhan TFP padi.

Sebaliknya, variabel panjang jalan hanya menunjukkan signifikansi moderat dan berdampak terbatas terhadap efisiensi teknis, sedangkan kapasitas listrik, yang mewakili kesiapan infrastruktur energi untuk modernisasi pertanian, menunjukkan kontribusi yang rendah terhadap TFP, terutama di daerah-daerah dengan kelembagaan dan sistem pendukung energi yang belum memadai. Dengan demikian, pembangunan jalan dan transisi energi dalam konteks pertanian tetap penting, namun bukan merupakan *low-hanging fruit* dalam strategi percepatan TFP sektor padi untuk saat ini.

Secara spasial, pertumbuhan TFP padi justru lebih tinggi di wilayah-wilayah non-sentra seperti di sebagian wilayah timur Indonesia (Maluku, Gorontalo), NTB dan wilayah Riau yang sebelumnya kurang tersorot dalam prioritas kebijakan pangan nasional. Temuan ini menandakan bahwa respons terhadap intervensi pembangunan infrastruktur pertanian di luar Jawa cenderung lebih besar. Salah satu penyebabnya adalah *law of diminishing returns* di sentra-sentra lama yang telah lama mengalami intensifikasi, serta tingginya elastisitas produktivitas terhadap input tambahan di daerah-daerah luar Jawa. Hasil ini membuka peluang untuk mendistribusikan ulang fokus program nasional ke daerah-daerah potensial baru dalam rangka mendukung pencapaian ketahanan dan swasembada pangan berkelanjutan.

Implikasi kebijakan dari hasil analisis ini adalah bahwa pemerintah harus menempatkan rehabilitasi dan modernisasi irigasi sebagai tulang punggung reformasi produktivitas pertanian nasional, khususnya untuk komoditas padi yang menjadi makanan pokok masyarakat Indonesia hingga saat ini. Oleh karena itu, diperlukan regulasi yang memfasilitasi pelaksanaan program ini secara terintegrasi antarkementerian/lembaga dan antarlevel pemerintahan. Rekomendasi kebijakan perbaikan infrastruktur irigasi pertanian ini akan dituangkan dalam bentuk suatu Peraturan Menteri Pertanian tentang Pemetaan Wilayah Prioritas Rehabilitasi dan Modernisasi Irigasi Berdasarkan Potensi TFP.

Peraturan Menteri Pertanian yang akan diusulkan tersebut merupakan instrumen hukum strategis untuk menyusun prioritas pembangunan irigasi berbasis data produktivitas dan kesiapan wilayah. Fungsi utama dari regulasi ini adalah menetapkan kerangka kerja teknokratik bagi proses identifikasi, seleksi, dan penetapan kabupaten/kota yang memiliki *marginal return* tertinggi dari intervensi irigasi terhadap peningkatan *total factor productivity* (TFP) tanaman padi. Dengan pendekatan ini, peraturan tersebut akan mengubah paradigma alokasi anggaran yang selama ini cenderung seragam dan berbasis pertimbangan historis-politik, menjadi selektif dan berbasis produktivitas aktual serta proyeksi keuntungan ekonomi jangka panjang.

Regulasi tersebut juga akan memberikan landasan metodologis bagi Kementerian Pertanian dalam menyusun peta spasial wilayah prioritas pembangunan dan rehabilitasi irigasi. Metodologi yang diatur akan meliputi penggunaan data panel TFP sektoral kabupaten/kota selama minimal lima tahun terakhir, estimasi elastisitas output terhadap input irigasi berdasarkan regresi ekonomi produksi, serta penilaian kesiapan kelembagaan lokal, termasuk kinerja P3A, keselarasan RPJMD daerah, dan sinergi lintas sektor. Peraturan ini secara eksplisit mewajibkan setiap direktorat teknis di lingkup Kementerian Pertanian, khususnya Ditjen Lahan dan Irigasi Pertanian, untuk menggunakan hasil pemetaan sebagai acuan dalam merumuskan kegiatan, usulan DIPA, maupun kerjasama antarsektor. Adapun sasaran pengaturan utama dalam peraturan ini meliputi: (1) unit kerja di lingkup Kementerian Pertanian yang bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pelaksanaan pembangunan irigasi pertanian; (2) Dinas Pertanian dan Dinas Teknis Daerah yang mengusulkan program irigasi melalui sistem perencanaan nasional; (3) Pemerintah kabupaten/kota yang akan menjadi penerima program dan berkewajiban menyiapkan kelembagaan, data, dan koordinasi di tingkat tapak; serta (4) Mitra pelaksana seperti kontraktor, pendamping masyarakat, dan lembaga penyedia data spasial.

Secara keseluruhan, Peraturan Menteri Pertanian terkait pemetaan potensi untuk rehabilitasi jaringan irigasi yang diusulkan tersebut adalah prasyarat kelembagaan bagi lahirnya kebijakan pembangunan irigasi pertanian yang efisien, akuntabel, dan berbasis hasil. Dengan menjadikan TFP sebagai kriteria utama, pemerintah dapat memastikan bahwa intervensi irigasi tidak lagi sekadar memenuhi target luasan, melainkan mendorong lompatan produktivitas sektor pertanian di wilayah-wilayah dengan potensi tertinggi. Dalam jangka panjang, regulasi ini diharapkan menjadi acuan dasar dalam sinkronisasi perencanaan nasional dan daerah, serta dalam penguatan sistem penganggaran berbasis kinerja (*performance-based budgeting*) di sektor pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada rekan-rekan Fungsional Perencana baik lingkup Biro Perencanaan maupun lingkup Kementerian Pertanian yang telah kebersamai dan berdiskusi untuk melengkapi studi ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Kepala Biro Perencanaan Kementerian Pertanian, Dr. Ir. I Ketut Kariyasa, M.Si yang telah membimbing kami hingga penulisan *policy paper* ini selesai. Apresiasi dan penghargaan juga kami sampaikan kepada Bapak/Ibu dan rekan-rekan di Pusbindiklatren Bappenas selaku Pembina Fungsional Perencana atas pengayaan materi yang telah diberikan sehingga kami dapat menulis naskah kebijakan ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin ISZ, Haseeb M, Islam R, Chiat LW. 2022. The role of rural infrastructure, labour and capital investment on the rice production in malaysia. *Agbioforum*. 24(1).
- Andersen PP, Shimokawa S. Rural infrastructure and agricultural development. In: Bourguignon F, Pleskovic B, editors. *Rethinking infrastructure for development*. The World Bank.
- Bardach E. 2012. *A practical guide for policy analysis*. 4 ed. QC Press.
- Bouis HE. 1993. Measuring the sources of growth in rice yields: Are growth rates declining in asia? *Food Research Institute Studies*. 22(3).
- BPS. Hasil survei struktur ongkos usaha tanaman padi 2017. In: BPS.
- BPS. 2024a. Jumlah penduduk pertengahan tahun (ribu jiwa). BPS; <https://www.bps.go.id/id>.
- BPS. 2024b. Luas panen, produksi, dan produktivitas padi menurut provinsi. <https://www.bps.go.id>.
- BPS. Statistik indonesia 2025. In: BPS.
- Eriawati Y. 2019. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi pangan di indonesia. *Journal Education and Development*. 7(1).
- Fuglie KO. 2018. R&d capital, r&d spillovers, and productivity growth in world agriculture. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 40(3):421-444. doi:10.1093/aep/px045.
- Fuglie KO. 2010. Sources of growth in indonesian agriculture. *Journal of Productivity Analysis*. 33(225-240). doi:10.1007/s11123-009-0150-x.
- Fuglie KO, Clancy M, Heisy P, Macdonald J. 2017. Research, productivity, and output growth in united states agriculture. *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 49(4). doi:10.1017/aae.2017.13.
- Huang Q, Rozelle S, Lohmar B, Huang J, Wang J. 2006. Irrigation, agricultural performance and poverty reduction in china. *Food Policy*. 31(1):30-52. doi:10.1016/j.foodpol.2005.06.004.
- Kumar RR, Jha GK, Velayudhan PK. 2022. Linkage of electricity with agricultural growth and technology factors: An illustration of india's case. *Energies*. 15(7). doi:10.3390/en15072422.
- Kurniawati IP, Pratiwi H, Sugiyanto S. 2023. Indonesian territory clustering based on harvested area and rice productivity using clustering algorithm. *Journal of Social Science*. 4(10). doi:10.46799/jss.v4i1.510.
- Kusnadi N, Tinaprilla N, Susilowati SH, Purwoto A. 2011. Analisis efisiensi usahatani padi di beberapa sentra produksi padi di indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*. 29(1):25-48.
- Liu M, Zhu Y, Zhang J. 2024. Can environmental regulation enhance green total factor productivity?—evidence from 107 cities in the yangtze river economic belt. *Sustainability*. 16(12). doi:10.3390/su16125243.
- Manjunath S, Kannan E. 2017. Effects of rural infrastructure on agricultural development: A district level analysis in karnataka, india. *Journal of Infrastructure Development*. 9(2). doi:10.1177/0974930617732.
- Mariyono J. 2018. Productivity growth of indonesian rice production: Sources and efforts to improve performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 67(9):1792-1815. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2017-0265>.
- Maulana M. 2004. Peranan luas lahan, intensitas pertanaman dan produktivitas sebagai sumber pertumbuhan padi sawah di indonesia 1980 – 2001 *Jurnal Agro Ekonomi*. 22(1):74-95.
- O'Donnell CJ. 2010. Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 54(4). doi:10.1111/j.1467-8489.2010.00512.x.
- Ortiz-Bobea A, Knippenberg E, Chambers RG. 2018. Growing climatic sensitivity of united states agriculture linked to technological change and regional specialization. *Science Advances*. 4(1).
- Pusdatin. Statistik pertanian 2024. In: Kementerian Pertanian.
- Putra W. 2017. Dampak pengeluaran pemerintah terhadap pertumbuhan ekonomi dan indeks pembangunan manusia di perbatasan indonesia. *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Kewirausahaan*. 6(2). doi:10.26418/jebik.v6i2.22987.
- Rahmasuciana DY, Darwanto DH, Masyhuri. 2015. Pengaruh pengadaan beras dan operasi pasar terhadap harga beras dalam negeri. *Agro Ekonomi*. 26(2). doi:10.22146/agroekonomi.17266.
- Rusastra IW. 2014. Pengembangan padi hibrida: Pengalaman dari asia dan prospek bagi indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 32(2).

- Salasa AR. 2021. Paradigma dan dimensi strategi ketahanan pangan indonesia. *Jejaring Administrasi Publik*. 13(1):35-48.
- Setiawan TP, Ebrilyani E, Azilla EN. 2020. Modal sosial dalam keberlanjutan pertanian di tengah alih fungsi lahan di kelurahan bintoro kecamatan patrang kabupaten jember. *Agricore: Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*. 5(1). doi:10.24198/agricore.v5i1.27464.
- Simatupang P, Timmer CP. 2008. Indonesian rice production: Policies and realities. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*. 44(1). doi:10.1080/00074910802001587.
- Sudarwati L, Nasution NF. 2024. Upaya pemerintah dan teknologi pertanian dalam meningkatkan pembangunan dan kesejahteraan petani di indonesia. *Jurnal Kajian Agraria dan Kedaulatan Pangan*. 3(1). doi:10.32734/jkakp.v3i1.15847.
- Sutardi et al. 2023. The transformation of rice crop technology in indonesia: Innovation and sustainable food security. *Agronomy*. 13(1). doi:10.3390/agronomy13010001.
- Swastika DKS. 2012. Teknologi panen dan pascapanen padi: Kendala adopsi dan kebijakan strategi pengembangan. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 10(4). doi:10.21082/akp.v10n4.2012.331-346.
- Tristalistyani R, Murtiningrum M, Kanwar RS. 2022. Indonesia rice irrigation system: Time for innovation. *Sustainability*. 14(19). doi:10.3390/su141912477.
- Warr P. The effect of research on agricultural productivity in indonesia. In: ACIAR.
- Warr P. Food security vs. Food self-sufficiency: The indonesian case. In: Working Papers in Trade and Development. The Australian National University. 04 vol. Vol. 2011
- Warr P, Yusuf AA. 2014. Fertilizer subsidies and food self-sufficiency in indonesia. *Agricultural Economics*. 45(571-588). doi:10.1111/agec.12107.
- Zakaria AK, Nurasa T. 2013. Strategi penggalangan petani untuk mendukung program peningkatan produksi padi berkelanjutan. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 11(2):75-87.
- Zhang X, Fan S. 2004. How productive is infrastructure? A new approach and evidence from rural india. *American Journal of Agricultural Economics*. 86(2):492-501. <http://www.jstor.org/stable/30139571>.
- Zhou T, Liu X, Jia S, Sheng Y. 2024. Exploring the impact of irrigation on china's crop tfp: Insights from a structural break analysis. *Asia & the Pacific Policy Studies*. 12(1). doi:10.1002/app5.70007.

