

Dampak Teknologi Informasi dan Komunikasi terhadap Produktivitas Pangan di Indonesia

Sayu Desty Pratistya^{1*}, Suharno¹, dan Agus Buono²

¹Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

Jl. Kamper Wing 4 Level 5 Kampus IPB, Babakan, Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680

*Alamat korespondensi: sayu.desty24pratistya@apps.ipb.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 09-10-2024

Direvisi: 26-11-2024

Dipublikasi: 31-12-2024

Keywords:
Food, ICT, Internet,
Productivity, PSM

Kata Kunci:
Internet, Pangan,
Produktivitas, PSM,
TIK

ABSTRACT/ABSTRAK

The impact of information and communication technology on food productivity in Indonesia

Global food demand is projected to increase by 35%-56% between 2010-2050, driven by the expected global population growth to 9.8 billion people by 2050. This surge necessitates action to boost global food production. Currently, technological advancements in precision agriculture utilize Information and Communication Technology (ICT) to collect and process data. The adoption of ICT in agriculture has been widely implemented in countries like the US, China, Japan, and Africa, contributing to higher agricultural productivity and increased farmer income. In Indonesia, food security has always been a national priority to meet the needs of its growing population, which now stands at 278 million people with an annual growth rate of 1.07%. This study aims to analyze the impact of ICT on food productivity in Indonesia, focusing on East Java. Secondary data was used, with multistage sampling for area selection. The results, using the Propensity Score Matching (PSM) model, indicated that internet usage by 65.13% of farmer households (86,751 of 133,187 households) positively influenced food productivity, reflected in a 1.34% increase in land productivity, although this was not statistically significant. However, this does not negate the positive potential observed. The effect of internet usage on productivity may be more complex and requires further research, considering factors like internet quality, farmers' socioeconomic characteristics, and infrastructure access.

Permintaan pangan dunia diperkirakan meningkat sebesar 35% - 56% antara tahun 2010-2050, peningkatan permintaan ini terkait dengan adanya perkiraan populasi dunia yang meningkat sebesar 9,8 miliar orang pada tahun 2050. Hal ini menyebabkan perlunya tindakan untuk meningkatkan produksi pangan dunia. Saat ini, inovasi teknologi yang relatif baru adalah teknologi pertanian presisi. Pertanian presisi bertujuan untuk mengadopsi layanan atau perangkat teknologi Informasi dan komunikasi (TIK) untuk mengumpulkan dan memproses informasi. Pemanfaatan dan penerapan TIK pada bidang pertanian sudah banyak dilakukan oleh berbagai negara seperti Amerika Serikat, Cina, Jepang, dan Afrika. Penerapan teknologi informasi di negara-negara tersebut memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas hasil pertanian yang berdampak pada peningkatan pendapatan petani. Di Indonesia, ketahanan pangan selalu menjadi prioritas nasional untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduknya yang terus bertambah, yang saat ini berjumlah 278 juta orang

dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 1,07%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh teknologi informasi dan komunikasi terhadap produktivitas pangan di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data skunder dengan memilih satu provinsi di Indonesia yaitu Jawa Timur. Pemilihan lokasi dilakukan secara multistage sampling. Hasil penelitian dengan menggunakan model *Propensity Score Matching* (PSM) menunjukkan penggunaan internet oleh 65,13% atau 86.751 dari 133.187 rumah tangga petani berpengaruh positif terhadap produktivitas pangan yang dilihat dari sisi produktivitas lahan sebesar 1,34 persen, akan tetapi tidak signifikan secara statistik. Namun, hal tersebut tetap menunjukkan adanya potensi positif yang dapat diperoleh. Kemungkinan, pengaruh penggunaan internet terhadap produktivitas lebih kompleks dan membutuhkan penelitian lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti kualitas internet, karakteristik sosial ekonomi petani, dan aksesibilitas infrastruktur.

PENDAHULUAN

Permintaan pangan dunia diperkirakan meningkat sebesar 35% - 56% antara tahun 2010-2050 (van Dijk *et al.*, 2021), peningkatan permintaan ini terkait dengan adanya perkiraan populasi dunia yang meningkat sebesar 9,8 miliar orang pada tahun 2050, dengan populasi Afrika Sub-Sahara akan bertambah sebesar 114% (United Nations, 2023). Hal ini menyebabkan perlunya tindakan untuk meningkatkan produksi pangan dan kesejahteraan masyarakat dunia meskipun banyak tantangan seperti berkurangnya lahan subur, perubahan iklim, peningkatan kebutuhan air, dan pencemaran lingkungan. Penggunaan input agrokimia secara ekstensif seperti pupuk dan pestisida untuk meningkatkan produksi pangan telah menjadi solusi umum. Namun, krisis pertanian yang terjadi saat ini dan strategi penanganan jangka pendek belum optimal (Chandio *et al.*, 2023). *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2018) merangkum solusi utama terhadap kontradiksi produksi pertanian saat ini ke dalam tiga bidang yaitu pemberantasan kemiskinan dan peningkatan pendapatan untuk menghilangkan semua kemiskinan, ketahanan pangan untuk menghilangkan semua kelaparan, dan pertanian hijau yang rendah karbon dan ramah lingkungan.

Di era digital saat ini, teknologi berkembang sangat pesat. Hampir semua negara gencar dalam mengembangkan teknologi, dimana teknologi menjadi faktor pendorong dalam perkembangan zaman contohnya dalam hal pembangunan. Inovasi teknologi dalam pertanian yang berkembang saat ini adalah teknologi pertanian presisi dengan fokus pada penggunaan teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), drone, citra satelit, dan big data (Zhang

et al., 2018; Hafeez *et al.*, 2023). Pertanian perisisi bertujuan untuk mengadopsi layanan atau perangkat teknologi Informasi dan komunikasi untuk mengumpulkan dan memproses informasi yang disediakan oleh berbagai sumber yang dapat menghasilkan informasi berguna mengenai pemahaman tanah, sehingga memungkinkan pengelolaan tanaman dengan cara yang lebih efisien (Stafford (2000) dalam Radoglou-Grammatikis *et al.* (2020)). ICT merupakan kumpulan teknologi yang memungkinkan penggunaan informasi dan komunikasi melalui jaringan.

Otter & Theuvsen (2014) menyatakan bahwa dengan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi, petani di negara-negara berkembang dan dalam masa transisi dapat mengatasi asimetri informasi non-pasar dan meningkatkan produktivitas pertanian. Di bidang pertanian, ICT mengacu pada jaringan, perangkat, layanan, dan aplikasi yang membantu dalam pemrosesan, pengelolaan, dan pertukaran data, informasi atau pengetahuan terkait pertanian yang diperoleh dari satelit, sensor, smart phone, penyimpanan, dan protocol transfer data (cakupan 3G/4G/5G, jaringan terrestrial atau satelit berkecepatan rendah, awan) (Bellon-Maurel & Huyghe, 2016). Hal ini mencakup berbagai teknologi konvergen seperti telekomunikasi tradisional, televisi atau video, radio, CD-ROM, telepon seluler dan perangkat pintar, serta teknologi modern seperti computer dan internet, sensor, system informasi geografis (GIS), satelit dan global positioning system (GPS). Pada tingkat lanjut, teknologi ICT baru seperti internet of things (IoT), artificial intelligence (AI), dan blockchain juga mulai diperkenalkan penggunaannya (Singh *et al.*, 2017; Bellon-Maurel *et al.*, 2022).

Pemanfaatan ICT dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan produktivitas, hal ini didukung dengan penerapan sistem informasi pada bidang pertanian sudah banyak dilakukan oleh berbagai negara seperti Amerika Serikat, Cina, Jepang, Afrika, dan di bawah lembaga *National Agricultural Research* (Hasan 2012; Ho *et al.* 2023; Liu *et al.* 2023). Penerapan teknologi informasi di negara-negara tersebut memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas hasil pertanian yang berdampak pada peningkatan pendapatan petani. Penggunaan ICT di bidang pertanian telah terbukti meningkatkan produktivitas pangan secara signifikan, khususnya dalam produksi biji-bijian (Chandio *et al.*, 2024). Hal ini selanjutnya didukung oleh potensi IoT untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dalam rantai pasok makanan, mengurangi limbah dan konsumsi (Jagtap & Rahimifard, 2017).

Penelitian sebelumnya secara konsisten menunjukkan bahwa penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) pada pertanian dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan. Chhetri (2016) menemukan bahwa petani yang menggunakan ICT pertanian (AgICT) mengalami peningkatan produktivitas sebesar 5,91% dibandingkan dengan 3,90% jumlah petani yang tidak menggunakan AgICT. Menurut Mtega & Msungu (2013), segala bentuk ICT bermanfaat bagi para pekerja di bidang pertanian. Ponsel dan radio lebih diminati sebagai saluran komunikasi di kalangan petani, sementara peneliti dan penyuluh menyebutkan bahwa petani lebih suka menggunakan komputer dan Internet (Rahman *et al.*, 2020). Heang & Khan (2015) menjelaskan bahwa televisi dan radio memiliki peran efektif dalam meningkatkan pengetahuan, produksi, dan pendapatan pertanian petani. Dalam sebuah studi oleh Das *et al.* (2017) dengan analisis kontrafaktual dan perbedaan juga menunjukkan bahwa penerapan dan penggunaan ICT mempercepat produksi pertanian, hal ini ditunjukkan dengan adanya derajat peningkatan ICT hingga kontrafaktual yaitu sebesar 0,49 dan menunjukkan bahwa produksi beras Boro dari wilayah pelayanan berbasis ICT meningkat lebih besar dibandingkan produksi beras Boro di wilayah layanan tanpa ICT.

Sektor pertanian di Indonesia memiliki peran sangat penting dalam perekonomian dan pembangunan nasional, sebagai negara agraris dengan wilayah yang luas dan memiliki keanekaragaman tanah yang tinggi. Sektor pertanian berkontribusi sekitar 12-14% terhadap produk

domestik bruto (PDB) nasional pada 2023 selain itu pertanian merupakan sumber pendapatan utama bagi 30% populasi Indonesia yang bekerja di sektor ini dengan lebih dari 60 juta petani, sehingga pertanian juga merupakan salah satu sektor yang menyerap tenaga kerja terbesar (BPS, 2023). Di Indonesia, ketahanan pangan selalu menjadi prioritas nasional untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduknya yang terus bertambah, yang saat ini berjumlah 278 juta orang dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 1,07% (Fiantis *et al.*, 2022). Pangan Indonesia sering kali diidentikan dengan beras karena hampir sebagian besar penduduk Indonesia mengkonsumsi beras sebagai bahan pokok.

Pemerintah menetapkan target swasembada pangan pada tahun 2045. Namun, menyusutnya luas lahan per kapita dan menurunnya produktivitas tanaman menjadi tantangan. Peningkatan produktivitas pertanian sangat penting untuk pengentasan kemiskinan di pedesaan Indonesia, dimana mayoritas masyarakat miskin tinggal dan bekerja di bidang pertanian dengan produktivitas rendah. Indonesia memiliki 210 juta pengguna Internet pada kuartal kedua tahun 2022, yang merupakan sekitar 77,02% dari populasi negara (APJII, 2022). Penggunaan internet berpotensi meningkatkan tingkat pendapatan rumah tangga pedesaan secara signifikan (Priyatna, 2022). Namun, penelitian-penelitian sebelumnya lebih banyak fokus pada transformasi digital di sektor perikanan, seperti pemanfaatan teknologi informasi untuk pembangunan pesisir dan penerapan strategi berbasis teknologi untuk meningkatkan produktivitas nelayan (Cahaya, 2015; Rahman *et al.*, 2021; Syafiq *et al.*, 2022). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh teknologi informasi dan komunikasi terhadap produktivitas pangan di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Metode Pengumpulan Data penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) berupa Hasil Survei Pertanian Antar Sensus 2018 (SUTAS 2018). Kegiatan penelitian ini mencakup satu provinsi di Indonesia yaitu Jawa Timur. Pemilihan lokasi dilakukan secara multistage sampling dengan mempertimbangkan bahwa kawasan ini memiliki produksi tanaman pangan tertinggi atau penyumbang pangan tertinggi di Indonesia. Data SUTAS 2018 merupakan data *cross-section*, yang sangat relevan

digunakan dalam penelitian ini, dikarenakan informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini tersedia. Total populasi sebanyak 300.500 renum (identik/kode unik rumah tangga petani) dengan sampel rumah tangga petani yang dalam penelitian ini berjumlah 133.187 renum atau setara dengan 44,32% dari total populasi.

Metode Analisis Data

Data SUTAS 2018 yang ada untuk dapat digunakan untuk analisis data perlu dipisahkan sesuai dengan kebutuhan. Data SUTAS dari BPS terdapat dua kelompok. Kelompok pertama dengan jumlah renum (kode unik rumah tangga) 300500, mencakup data luas panen, jenis lahan, produksi dan jenis kelamin. Kelompok kedua dengan jumlah renum 900584, mencakup data umur, pendidikan dan penggunaan internet. Renum data kelompok kedua merupakan renum acak yang didapatkan dari renum kelompok pertama, dimana kode renum ada 2 atau lebih kode yang sama di kelompok kedua.

Bagian paling penting dalam penelitian ini adalah bagaimana upaya untuk mengelompokkan rumah tangga petani kelompok 2 ke dalam kelompok 1. Maka peneliti membuatnya dalam bentuk katagori. Pendidikan dikategorikan dengan petani yang tidak

sekolah dan petani yang sekolah. Dimana petani yang dianggap tidak sekolah apabila dalam kode renum petani tersebut benar-benar tidak sekolah sama sekali atau di kodekan dengan angka 6 sedangkan petani yang sekolah, apabila petani itu semuanya sekolah dan 1 tidak sekolah atau lebih tetapi ada beberapa petani yang sekolah maka masuk dalam katagori sekolah (contohnya jumlah petani dalam 1 kode renum ada 4 dimana 1 petani tidak sekolah dan 3 lagi sekolah, maka mereka tetap masuk ke dalam katagori sekolah). Kategori 'Tidak/Belum Tamat SD' diberikan kode 6 sebagai pengganti angka nol untuk menghindari kesalahan teknis dalam analisis data statistik. Angka 6 ini tidak mencerminkan tahun pendidikan yang ditempuh, tetapi mengacu pada skema standar untuk kategorisasi data pendidikan begitu juga untuk katagori pendidikan dasar diberikan 27 dan pendidikan jenjang tinggi 75. Sementara itu kategori umur dikelompokkan berdasarkan rentang usia, yaitu 10–25, 26–41, 42–57, dan seterusnya. Dimana petani yang berumur dari 10-25 masuk dalam katagori 1 dan seterusnya. Hal ini juga digunakan penggunaan internet. Rangkuman katagori yang digunakan untuk menentukan data pendidikan, umur dan internet terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Katagori pendidikan, umur, dan internet rumah tangga petani

Keterangan Ijazah/STTB Terakhir	Lama Pendidikan (tahun)	Katagori Pendidikan
Tidak/belum tamat SD	0	6
Tamat SD/ sederajat	6	
Tamat SLTP/ sederajat	9	27
Tamat SLTA/ sederajat	12	
Tamat D1/D2	14	
Tamat Akademi/D3	17	75
Tamat D4/S1	21	
Tamat S2/S3	23	
Rentang Umur		Katagori Umur
10-25		1
26-41		2
42-57		3
58-73		4
74-89		5
90-99		6
Penggunaan Internet		Katagori Internet
Menggunakan Internet		1
Tidak Menggunakan Internet		0

Data yang sudah disesuaikan kemudian dilakukan proses *cleaning* data yang bertujuan untuk menyaring data yang benar-baner dibutuhkan

sehingga dapat dianalisis. Setelah dilakukan pengumpulan data, selanjutnya dianalisis dampak teknologi informasi dan komunikasi terhadap

produktivitas. Metode analisis dilakukan secara berurutan dalam menjawab tujuan penelitian. Langkah pertama adalah memilih petani yang menggunakan teknologi pertanian berupa ICT dan petani yang tidak menggunakan. Setelah mendapatkan jumlah petani yang dibutuhkan, selanjutnya menghitung nilai produktivitas untuk masing-masing petani, dengan perhitungan produktivitas parsial yang dilihat dari produksi (output) dan luas lahan panen (input). Perhitungan produktivitas parsial secara rinci dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Parsial (PFP)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Metode yang digunakan untuk menganalisis dampak teknologi informasi dan komunikasi terhadap produktivitas pangan adalah *Propensity Score Matching* (PSM). Metode ini memiliki keunggulan untuk mengurangi potensi bias dalam penelitian sosial ekonomi. Penggunaan metode PSM dapat mengukur secara akurat pengaruh subjek yang diteliti. Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam menggunakan metode ini. Pertama memisahkan kelompok yang diobservasi menjadi kelompok partisipan (*treatment*) dan kelompok kontrol (*Control*). Tahapan kedua dalam metode yaitu, menentukan variabel yang akan digunakan untuk mengestimasi dan pada penelitian ini menggunakan regresi logit, sebagai berikut:

$$Y = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = b_0 + \sum_{i=1}^8 b_i X_i + \varepsilon$$

Keterangan:

- P = probabilitas kejadian keputusan rumah tangga petani menggunakan internet
- b_0 = konstanta atau intercept dari model
- b_1 = koefisien regresi logit yang menunjukkan pengaruh dari variabel independent
- Y = Dummy penggunaan ICT (1 = menggunakan; 0 = tidak menggunakan ICT)
- X_1 = Umur petani (tahun)
- X_2 = Pendidikan (tahun)
- X_3 = Jenis kelamin (1 = laki-laki; 0 = Perempuan)
- X_4 = Jenis lahan (1 = irigasi; 0 = non irigasi)
- X_5 = Lahan sawah irigasi yang dikuasai (m^2)
- X_6 = Lahan sawah non irigasi yang dikuasai (m^2),
- X_7 = Mekanisasi (1 = mekanisasi; 0 = tidak mekanisasi)
- X_8 = Teknologi selain mekanisasi (1= ada; 0= tidak ada)

Jenis variabel yang digunakan didasari oleh karakteristik sosial ekonomi dan individu petani. Karakteristik petani yang dibandingkan dapat memastikan bahwa dampak terhadap produktivitas yang diukur benar-benar merupakan pengaruh dari penggunaan teknologi. Tahap ketiga memilih algoritma *matching* yang digunakan memadankan kelompok pengamatan dari *treatment* dan kontrol. Metode *matching* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Nearest Neighbor Matching* (NNM). Tahap akhir adalah melihat *overlap* dan *common support* antara kelompok *treatment* dengan kelompok *control*. Ketika ada petani yang masuk pada *off support* maka model akan diolah kembali tanpa melibatkan *off support*. Perbedaan dari variabel hasil didapatkan dengan cara melihat perbedaan rata-rata produktivitas dari petani *treatment* dan *control*.

Pengukuran dampak petani penggunaan ICT diukur dengan metode *Average Treatment On Treated* (ATT) yang menunjukkan perbedaan nilai rata-rata produktivitas dari petani menggunakan ICT dan tidak menggunakan ICT. Model ATT dapat dituliskan sebagai berikut (Mebrahtu & Lee, 2019):

$$\begin{aligned} ATT &= E[Y_{1t}|DI = 1] - E[Y_{0t}|DI = 0] \\ &= \text{Dampak dari variabel outcome} \\ E[Y_{1t}|DI = 1] &= \text{Outcome dengan teknologi} \\ E[Y_{0t}|DI = 0] &= \text{Outcome tanpa teknologi} \end{aligned}$$

Persamaan di atas dapat menjelaskan bagaimana output yang dihasilkan jika petani menggunakan ICT (D=1) tapi pada kenyataannya tidak bergabung dalam kelompok tani (D=0). Hal ini merupakan *selection bias* dari persamaan tersebut karena ($Y_{0t}|X, DI = 0$) tidak dapat di observasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sektor pertanian, khususnya tanaman pangan merupakan salah satu sektor penting bagi perekonomian dan kebutuhan pangan Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penggunaan ICT terhadap produktivitas tanaman pangan, komoditas utama tanaman pangan di Indonesia, yaitu padi dan palawija (jagung, kacang hijau, kacang tanah, kedelai, ubi jalar dan ubi kayu).

Karakteristik Rumah Tangga Petani

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diuraikan mengenai karakteristik rumah tangga petani dari penelitian ini yang dapat dilihat dari jenis kelamin, umur, pendidikan, anggota rumah tangga, dan jenis

lahan irigasi yang dimiliki. Hasil penelitian menunjukkan 86.752 rumah tangga petani menggunakan internet dan 46.436 petani tidak menggunakan internet. Jenis kelamin pada kedua kelompok sama-sama didominasi oleh laki-laki bahkan hampir mencapai 90% pada kedua kelompok petani. Isu mengenai jenis kelamin sudah banyak dilaporkan pada berbagai penelitian. Secara kemampuan fisik dan keterampilan kemungkinan terdapat perbedaan antara laki-laki dan perempuan. Jika dilihat dari biaya peluang (*opportunity cost*) terdapat perbedaan antara laki-laki dan perempuan,

dimana peluang petani laki-laki lebih besar untuk bisa mendapatkan pekerjaan di luar sektor pertanian dibandingkan perempuan (Quisumbing *et al.*, 2021). Namun begitu, pada saat ini terdapat fenomena yang disebut “feminisasi pertanian” yang merujuk pada peningkatan peran perempuan dalam pertanian. Pada penelitian Maulana *et al* (2022) menyimpulkan bahwa kegiatan produktif pertanian seperti penanaman hingga panen umumnya dilakukan laki-laki, padahal petani memiliki akses yang sama pada sumber daya.

Tabel 2. Karakteristik rumah tangga petani

Karakteristik Rumah Tangga Petani	Menggunakan Internet		Tidak Menggunakan Internet	
	Jumlah (orang)	%	Jumlah (orang)	%
Jenis Kelamin Petani				
Laki-laki	77400	89,22	41713	89,83
Perempuan	9351	10,78	4723	10,17
Umur Petani				
10-25	584	0,67	328	0,71
26-41	17523	20,20	9452	20,35
42-57	39385	45,40	20864	44,93
58-73	26066	30,05	14100	30,36
74-89	3071	3,54	1617	3,48
90-99	122	0,14	75	0,16
Pendidikan Petani				
0 Tahun	11172	8,23	6080	8,38
6 Tahun	54968	40,48	30035	41,41
9 Tahun	35792	26,36	19123	26,37
12 Tahun	28829	21,23	14763	20,35
14 Tahun	600	0,44	327	0,45
17 Tahun	-	-	-	-
21 Tahun	4199	3,09	2087	2,88
23 Tahun	224	0,16	113	0,16
Anggota Rumah Tangga Petani				
1-5	56028	21,15	31421	22,57
3-4	158452	59,81	83165	59,74
5-6	49867	18,82	24405	17,53
≥7	567	0,21	221	0,16
Jenis lahan sawah Petani				
Irigasi	44737	51,57	28051	60,41
Bukan Irigasi	42014	48,43	18385	39,59

Rata-rata umur petani dalam penelitian ini adalah 25 tahun dan petani dengan umur paling tua adalah 90 tahun, mayoritas umur petani berada pada usia rata-rata 42-57 tahun. Petani yang menggunakan

internet sebanyak 45,40% dan petani yang tidak menggunakan internet sebanyak 44,93% berusia 42-57 tahun. Rata-rata umur petani menunjukkan petani masih dalam usia produktif sebagai pekerja yaitu 15-

64 tahun (Cardoso *et al.*, 2021). Pertambahan usia yang dialami selama rentang produktif, mencerminkan adanya akumulasi pengetahuan dan pengalaman (Donkor *et al.*, 2023). Namun ada beberapa argument yang menyatakan bahwa usia yang semakin bertambah menunjukkan berkurangnya kekuatan fisik, pada petani lanjut usia biasanya mereka menggunakan cara berusahatani yang cenderung subsisten dengan menggunakan alat dan sarana tradisional serta memiliki intensi yang lebih rendah untuk mengadopsi teknolgi dalam melakukan kegiatan pertanian.

Tingkat pendidikan petani diukur menggunakan lamanya waktu yang ditempuh selama pendidikan. Pendidikan paling rendah adalah 0 tahun (tidak/belum tamat SD) dan rata-rata lama pendidikan petani yang ditempuh dalam penelitian ini adalah 6-12 tahun. Hal ini artinya pendidikan petani didominasi dengan Pendidikan dasar (SD, SMP, SMA/SMK). Pendidikan yang baik akan berkolerasi positif terhadap cara berpikir dan wawasan, sehingga akan mudah menerima hal baru selain itu pendidikan juga bertujuan untuk melakukan praktik pertanian yang lebih baik, metode pertanian yang kontinu (Feryanto & Rosiana, 2021).

Sementara itu jumlah anggota rumah tangga petani merupakan rumah tangga yang salah satu atau lebih anggota rumah tangganya mengelola usaha pertanian. Dalam penelitian ini anggota rumah tangga petani yang mengelola tanaman pangan rata-rata mayoritas beranggota 3-4 orang baik pada petani yang menggunakan internet sebanyak 59,81% dan tidak menggunakan internet sebanyak 58,74%. Hal ini berarti konsekuensi dari distribusi pendapatan secara tenaga cukup dalam memenuhi suatu kebutuhan rumah tangga dan keperluan lainnya seperti pendidikan, kesehatan dan lain-lain, karena jumlah anggota yang mengelola banyak sehingga meningkatkan pendapatan keluarga untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun begitu banyaknya jumlah anggota rumah tangga akan menunjukkan pengeluaran rumah tangga yang lebih besar sehingga dibutuhkan praktik yang lebih baik untuk melakukan usahatani yang dibutuhkan agar

output yang didapatkan juga semakin besar (Maharani, 2024). Berdasarkan jenis lahan yang dimiliki oleh petani, lahan irigasi yang paling banyak dimiliki oleh petani yang tidak menggunakan internet sebesar 60,41% sedangkan petani yang menggunakan internet memiliki lahan irigasi sebesar 51,57%. Berdasarkan uraian di atas, terlihat cenderung tidak ada perbedaan karakteristik antara petani yang menggunakan internet dan tidak.

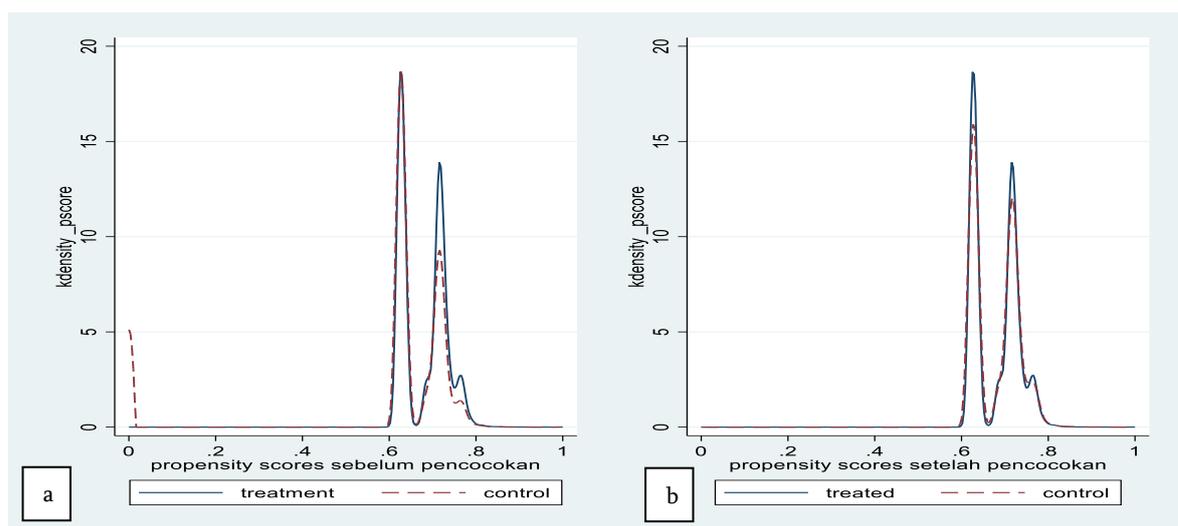
Dampak Penggunaan Internet terhadap Produktivitas Pangan

Dampak penggunaan internet untuk kegiatan usahatani hasil pertanian tanaman pangan pada bagian ini menggunakan teknik analisis Propensity Score Matching (PSM). Tahap pertama, teknik analisis PSM melakukan standarisasi setelah itu membandingkan kelompok *treatment* (petani yang menggunakan internet) dan kelompok kontrol (petani yang tidak menggunakan internet) pada data awal. Pada Gambar 1 menunjukkan *balance plot*, dapat dilihat bahwa kelompok *treatment* dan kontrol memiliki perbedaan (Gambar 1a). Kondisi ini menunjukkan bahwa kedua kelompok tidak memiliki kesamaan pencocokan (*equal match*), dan apabila membandingkan keduanya secara langsung akan memberikan kesimpulan yang tidak tepat karena bias. Oleh karena itu perlu dilakukan pencocokan (*match*) antar kelompok, supaya karakteristik yang dimiliki kedua kelompok mendekati kondisi yang sama (Gambar 1b). Model PSM setelah proses pencocokan pada kedua kelompok menunjukkan hasil *matched* sehingga meyakinkan bahwa perbedaan penerimaan usahatani yang menjadi indicator *outcome* antar kedua kelompok disebabkan oleh penggunaan internet.

Nearset neighbor matching digunakan untuk metode matching dalam melakukan proses pencocokan nilai propensity. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa total common support sebanyak 133.187 yang terdiri dari 86.751 kelompok treated dan 46.436 kelompok control. Pada Tabel 3 tersebut juga dapat dilihat tidak ada data yang dibuang selama proses pencocokan.

Tabel 3. *Common support* kovariat dalam proses pencocokan

<i>Treatment</i>	<i>On Support</i>	<i>Off Support</i>	Total
Menggunakan Internet (<i>treated</i>)	86,751	0	86,751
Tidak Menggunakan Internet (<i>control</i>)	46,436	0	46,436
Jumlah Kovariat	133,187	0	133,187



Gambar 1. *Balance plot* sebelum (a) dan sesudah (b) dilakukan *matching*

Hasil dampak penggunaan internet terhadap produktivitas diperlihatkan pada Tabel 5. Berdasarkan nilai *Average Treatment on Treated* (ATT) pada model *Nearest Neighbour Matching* sebesar 607,1543 ton/ha dan berpengaruh positif terhadap produktivitas akan tetapi tidak berpengaruh signifikan secara statistik ($T\text{-stat} = 1,34$ atau tidak signifikan untuk tingkat kepercayaan 95 persen). Hal ini menunjukkan bahwa petani yang menggunakan

internet mampu meningkatkan produktivitas pangan sebesar 607,15 ton/ha per tahun, bila dibandingkan dengan rata-rata produktivitas petani yang tidak menggunakan internet. Dalam penelitian ini penggunaan internet mencakup akses informasi tentang prakiraan cuaca, teknik budidaya, serta pemasaran hasil panen, yang membantu petani mengelola sumber daya dengan lebih efisien.

Tabel 4. Dampak penggunaan internet terhadap produktivitas pangan

<i>Variabel (outcome)</i>	<i>Sampel</i>	<i>Treated</i>	<i>Controls</i>	<i>Difference</i>	<i>S.E.</i>	<i>T-stat</i>
Produktivitas	<i>Unmatched</i>	1052,4487	10471,7266	52,76039	87,98881	0,60
	ATT	1052,4487	9917,3327	607,1543	451,5465	1,34

Keterangan: *** signifikan pada taraf nyata $\alpha=1\%|t|\geq 2,58$, **signifikan pada taraf nyata $\alpha=5\%|t|\geq 1,96$ *signifikan pada taraf nyata $\alpha=10\%|t|\geq 1,65$

Hasil model PSM menunjukkan penggunaan internet oleh 65,13% atau 86.751 dari 133.187 rumah tangga petani memberikan dampak positif terhadap produktivitas pangan yang dilihat dari sisi produktivitas lahan selama satu tahun (Tabel 3). Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa petani yang menggunakan internet dalam kegiatan pertanian untuk mendukung usahatani akan mampu membuka peluang dalam mendapatkan informasi lebih cepat berupa penggunaan bibit, pupuk, teknologi pertanian terbaru, pasar, dan dalam jangka panjang mampu untuk meningkatkan kesejahteraan (Kaila & Tarp, 2019; Jin *et al.*, 2023; Ma *et al.*, 2023; Deng *et al.*, 2024). Namun, hasil tersebut tidak signifikan secara statistik, hal ini bisa terjadi dikarenakan kurangnya variabel indikator yang dapat mempengaruhi hasil (Lee, 2020). Selain itu durasi penggunaan internet

yang rendah (kurang dari 3 jam/hari) dan keterbatasan aplikasi yang digunakan, seperti *WhatsApp* dan *Facebook*, yang lebih bersifat komunikasi sosial daripada teknis (Siti & Sulistiawati, 2022). Selain itu, akses internet yang terbatas di daerah pedesaan juga memengaruhi efektivitasnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian model PSM menunjukkan penggunaan internet oleh 65,13% atau 86.751 dari 133.187 rumah tangga petani berpengaruh positif terhadap produktivitas pangan yang dilihat dari sisi produktivitas lahan sebesar 1,34 persen, akan tetapi tidak signifikan secara statistik. Namun, hal ini tidak serta merta menyangkal potensi positif yang didapatkan. Kemungkinan, pengaruh penggunaan internet terhadap produktivitas lebih kompleks dan membutuhkan penelitian lebih lanjut

dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti kualitas internet, karakteristik sosial ekonomi petani, dan aksesibilitas infrastruktur. Untuk memaksimalkan potensi positif penggunaan internet, pihak terkait seperti pemerintah dan penyedia layanan internet perlu meningkatkan kualitas jaringan di daerah pedesaan dan memberikan pelatihan kepada petani mengenai pemanfaatan internet untuk memperoleh informasi terkait cuaca, teknik budidaya, dan pemasaran hasil pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia). 2022. Profil Internet Indonesia (Indonesian' Internet Profile) 2022. https://apjii.or.id/berita/d/apjii-di-indonesia-digital-outlook-2022_857
- Bellon-Maurel, V, and C Huyghe. 2016. L'innovation technologique dans l'agriculture. *Géoéconomie*. 80: 159–180.
- Bellon-Maurel, V, E Lutton, P Bisquert, L Brossard, S Chambaron-Ginhac, P Labarthe, P Lagacherie, F Martignac, J Molenat, N Parisey, S Picault, I Piot-Lepetit, and I Veissier. 2022. Digital revolution for the agroecological transition of food systems: A responsible research and innovation perspective. *Agricultural Systems*. 203:103524. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103524>
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2018. Hasil Survei Pertanian Antar Sensus (SUTAS) 2018. Tersedia online pada: <https://www.bps.go.id/id/publication/2019/01/02/c7cb1c0a1db444e2cc726708/hasil-survei-pertanian-antar-sensus--sutas--2018.html>
- [BPS] Badan Pusat Statistika, 2023. Indikator Pertanian 2023
- Cahaya, A. 2015. Fishermen community in the coastal area: A note from Indonesian poor family. *Procedia Economics and Finance*. 26:29-33. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00801-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00801-1)
- Cardoso, AR, P Guimaraes, and J Varejão. 2021. Are older workers worthy of their pay? An empirical investigation of age-productivity and age-wage Nexuses. *De Economist*. 159: 95-111. DOI: 10.1007/s10645-011-9163-8
- Chandio, AA, A Amin, I Khan, A Rehman, and A Memon. 2024. Can digitalization improve agriculture? Exploring the impact of ICT on grain food production in SAARC countries. *Information Development*. 1-20. DOI: 10.1177/0266666923122594
- Chandio, AA, U Bashir, W Akram, M Usman, M Ahmad, and Y Jiang. 2023. What role do international remittance inflows play in boosting agricultural productivity? Empirical analysis of emerging Asian economies. *International Journal of Emerging Markets*. DOI: 10.1108/IJOEM-06-2022-1019
- Das, S, MN Munshi, and W Kabir. 2017. The impact of ICTs on agricultural production in Bangladesh: A study with food crops. *SAARC Journal of Agriculture*. 14(2):78-89. DOI: 10.3329/sja.v14i2.31247
- Deng, X, J Peng, and C Wan. 2024. The impact of internet use on land productivity: Evidence from China land economy survey. *Land*. 13(2): 262. <https://doi.org/10.3390/land13020262>
- Donkor, E, E Dela Amegbe, T Rateringer, and J Hejkrlik. 2023. The effect of producer groups on the productivity and technical efficiency of smallholder cocoa farmers in Ghana. *PLoS ONE*. 18(12):e0294716. doi: 10.1371/journal.pone.0294716. eCollection 2023
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2018. Sustainable Food Systems Concept and Framework
- Feryanto, F, dan N Rosiana. 2021. Penggunaan telepon seluler untuk pemasaran serta dampaknya terhadap kesejahteraan petani. *Jurnal AGRISEP Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. 20(01):25-40. DOI: 10.31186/agrisep.20.01.25-40
- Fiantis, D, Rudiyanto, FI Ginting, SR Utami, Sukarman, M Anda, SH Jeon, and B Minasny. 2022. Sustaining the productivity and ecosystem services of soils in Indonesia. *Geoderma Regional*. 28: 488.
- Hafeez, A, MA Husain, SP Singh, A Chauhan, MT Khan, N Kumar, A Chauhan, and SK Soni. 2023. Implementation of drone technology for farm monitoring & pesticide spraying: A review. *Information Processing in Agriculture*. 10(3): DOI: 10.1016/j.inpa.2022.02.002
- Hasan, N. 2012. Web-based agricultural information systems and services under national agricultural research system. *DESIDOC Journal of Library and Information Technology*. 32(1): 24-30. DOI: 10.14429/djlit.32.2.1402

- Heang, JF, and HU Khan. 2015. The role of internet marketing in the development of agricultural industry: A case study of China. *Journal of Internet Commerce*. 14(1): 65-113. DOI: 10.1080/15332861.2015.1011569
- Ho, MS, K Nomura, and JD Samuels. 2023. The growing impact of ICT productivity via the cost of capital: Evidence from the US and Japan. *Telecommunications Policy*. 47(9) 102635: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102635>
- Jagtap, S, and S Rahimifard. 2017. Utilization of internet of things to improve resource efficiency of food supply chains. Page CEUR Workshop Proceedings. DOI: 10.5281/zenodo.10033125
- Jin, X, B Ma, and H Zhang. 2023. Impact of fast internet access on employment: Evidence from a broadband expansion in China. *China Economic Review*. 81: 102038. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2023.102038>
- Kaila, H, and F Tarp. 2019. Can the Internet improve agricultural production? Evidence from Viet Nam. *Agricultural Economics*. 50(3): 675-691. DOI: 10.1111/agec.12517
- Lee, C. 2020. Constructing County-Level Data for Agricultural Inputs and Analyzing Agricultural Productivity, 1951-1980. *SSRN Electronic Journal*
- Liu, L, and K Liu. 2023. Can digital technology promote sustainable agriculture? Empirical evidence from urban China. *Cogent Food and Agriculture*. 9(2): 2282234. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2282234>
- Ma, W, T Liu, W Li, and H Yang. 2023. The role of agricultural machinery in improving green grain productivity in China: Towards trans-regional operation and low-carbon practices. *Heliyon*. 9(10): e20279. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20279>
- Maharani, I. 2024. Dampak Pembatasan Kredit terhadap Produktivitas dan Efisiensi Teknis Usahatani Tebu di Indonesia [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Mebrahtu, TA, and SK Lee. 2019. The impact of agricultural package programs on farm productivity in Tigray-Ethiopia: Panel data estimation. *Cogent Economics and Finance*. 7(1): 1631987. DOI: 10.1080/23322039.2019.1631987
- Mtega, WP, and AC Msungu. 2013. Using information and communication technologies for enhancing the accessibility of agricultural information for improved agricultural production in Tanzania. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*. 56(1): 1-14. DOI: 10.1002/j.1681-4835.2013.tb00395.x
- Otter, V, and L Theuvsen. 2014. ICT and farm productivity: Evidence from the Chilean agricultural export sector. Page Lecture Notes In Informatics (LNI), Proceedings - Series Of The Gesellschaft Fur Informatik (GI)
- Priyatna, FM. 2022. Does internet usage lead to an increase in household incomes? Indonesian rural case study. *Jurnal Ekonomi Indonesia*. 11(1): 13-24. DOI: <https://doi.org/10.52813/jei.v11i1.69>
- Quisumbing, AR, A Ahmed, J Hoddinott, A Pereira, and S Roy. 2021. Designing for empowerment impact in agricultural development projects: Experimental evidence from the Agriculture, Nutrition, and Gender Linkages (ANGel) project in Bangladesh. *World Development*. 146(484): 105622. DOI: 10.1016/j.worlddev.2021.105622
- Radoglou-Grammatikis, P, P Sarigiannidis, T Lagkas, and I Moscholios. 2020. A compilation of UAV applications for precision agriculture. *Computer Networks*. 172: 107148. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107148>
- Rahman, MS, H Toiba, and WC Huang. 2021. The impact of climate change adaptation strategies on income and food security: Empirical evidence from small-scale fishers in Indonesia. *Sustainability*. 13(14): 7905; <https://doi.org/10.3390/su13147905>
- Rahman, T, S Ara, and NA Khan. 2020. Agro-information service and information-seeking behaviour of small-scale farmers in rural Bangladesh. *Asia-Pacific Journal of Rural Development*. 30(2). DOI: 10.1177/1018529120977259
- Singh, S, S Ahlawatat, and S Sanwal. 2017. Role of ICT in Agriculture: Policy implications. *Oriental Journal of Computer Science and Technology*. 10(3): 691-697.
- Siti Aisyah Rizki Nurrahmah, dan A Sulistiawati. 2022. Ragam penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk informasi pertanian di masa pandemi. *Jurnal Komunikasi*

- Pembangunan. 20(01):74-84. DOI: 10.46937/20202239869
- Syafiq, M, Sirojuzilam, Badaruddin, and A Purwoko. 2022. The influences of accessibility, information technology and social capital on coastal development in Indonesia: The mediating role of port development. *Ocean and Coastal Management*. 223(1): 106156. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2022.106156
- United Nations. 2023. World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100. UN Department of Economic and Social Affairs
- van Dijk, M, T Morley, ML Rau, and Y Saghai. 2021. A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*. 2(7):494-501. DOI: 10.1038/s43016-021-00322-9
- Zhang, Y, S Na, J Niu, And B Jiang, 2018. The influencing factors, regional difference and temporal variation of industrial technology innovation: Evidence with the FOA-GRNN model. *Sustainability*. 10(1), 187; <https://doi.org/10.3390/su10010187>