Model Pertanian Terintegrasi Dalam Optimalisasi Produktivitas Pertanian Di Sumatera Utara

Integrated Farming Model for Optimizing Agricultural Productivity in North Sumatra

Anton Parlindungan Sinaga[1*], Silvia Darina[1], Jonni Sitorus[1], Maisarah Harahap[1], Syaiful Amri Saragih[2]

[1] Badan Perencanaan Pembangunan, Riset dan Inovasi Daerah Provinsi Sumatera Utara
[2]Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
[*]Corresponding author email: antonsinaga94@gmail.com

Abstract. *Integrated farming system is a solution to increase land productivity and environmental conservation. However, the implementation of integrated farming system in North Sumatra Province is still not optimal and there is no best practice for implementing integrated farming involving two or more sub-sectors. The purpose of this study were to identify the potential of existing resources and to find an integrated farming model that can optimize agricultural productivity in North Sumatra Province. This research was conducted in several regency that have developed integrated farming, such as Simalungun, Karo, Pakpak Bharat, and Dairi. The research was conducted for 4 months from September-December 2024. The research used qualitative and quantitative approach. Data were taken from questionnaires, interviews, and direct observations related to the implementation of integrated farming in North Sumatra Province. The population of this study was the farmer who had implemented integrated farming systems. From this study, the potential of existing resources has been mapped in each location, including sub sector food, horticulture, plantations, livestock, and fisheries. Ten integrated farming models have been created based on 5 sub-sectors, such as food, horticulture, plantation, livestock, and fisheries. An integration between agriculture and tourism has also been created that integrates fisheries, agriculture, education, tourism, and culinary. This study shows zero waste production system and also an increase in farmer productivity and income. Recommendations from this study can be an input to related stakeholders to support and succeed in the implementation of an integrated farming system in North Sumatra Province in the future.*

Keywords*: Farmer income, agricultural productivity, integrated farming system, zero waste production system*

Abstrak. Sistem pertanian terintegrasi adalah solusi untuk meningkatkan produktivitas lahan dan konservasi lingkungan. Namun, penerapan sistem pertanian terintegrasi di Sumatera Utara masih belum maksimal dan belum ada best practice penerapan pertanian terintegrasi yang melibatkan dua atau lebih sub sektor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi sumber daya eksisting dan untuk menemukan model integrasi pertanian (Integrated Farming Model) yang dapat mengoptimalkan produktivitas pertanian di Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan di beberapa lokus yang sudah mengembangkan pertanian terintegrasi, yaitu di Kabupaten Simalungun, Kabupaten Karo, Kabupaten Pakpak Bharat, dan Kabupaten Dairi. Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan dari bulan September-Desember 2024. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data diambil dari kuesioner, wawancara, dan observasi langsung terkait dengan penerapan pertanian terintegrasi di Provinsi Sumatera Utara. Populasi penelitian ini meliputi masyarakat kelompok tani yang sudah mengimplementasikan sistem pertanian terintegrasi di lokus yang telah ditentukan. Dari penelitian ini, potensi sumber daya eksisting telah

dipetakan di setiap lokus yang telah menerapkan pertanian terintegrasi, meliputi potensi pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan, dan perikanan. Sepuluh model integrasi pertanian telah dibuat berdasarkan 5 basis sub sektor, yaitu sub sektor pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan, dan perikanan. Model integrasi pertanian dengan pariwisata juga telah dapat dibuat yang mengintegrasikan perikanan, pertanian, edukasi, wisata, dan kuliner. Penelitian ini menunjukkan adanya aliran energi biomassa yang optimal dan juga peningkatan produktivitas dan pendapatan petani. Rekomendasi program lanjutan dari penelitian ini menjadi masukan kepada pihak terkait untuk mendukung dan mensukseskan pelaksanaan sistem pertanian terintegrasi di Sumatera Utara.

Kata kunci: *Pendapatan petani, produktivitas pertanian, sistem pertanian terintegrasi, sistem produksi tanpa limbah*

PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah penduduk di Sumatera Utara terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, tahun 2023 tercatat sebanyak 15.386.640 jiwa (BPS, 2024). Pertambahan penduduk ini memiliki konsekuensi terkait penyediaan kebutuhan pangan. Selama tahun 2019-2022, lapangan usaha pertanian secara luas menduduki peringkat kedua setelah sektor industri pengolahan dengan rata-rata kontribusi sebesar 13,02% terhadap PDB Indonesia (Sabarella dkk., 2023). Artinya, sektor pertanian memiliki peran strategis dalam menyediakan pangan bagi penduduk yang terus bertambah sekaligus berkontribusi signifikan terhadap perekonomian. Namun, peran tersebut tidak dapat berkelanjutan jika kesejahteraan petani sebagai pelaku utamanya tidak diperhatikan. Salah satu indikator untuk mengukur kesejahteraan petani adalah Nilai Tukar Petani (NTP).

Tabel 1. Nilai Tukar Petani (NTP) Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Sumatera Utara Tahun 2021-2023

No	Tanaman	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023
1.	Pangan	96,36	95,44	100,10
2.	Hortikultura	94,88	93,15	89,75

Sumber: BPS (2023)

Data NTP di atas menunjukkan bahwa meskipun NTP tanaman pangan pada tahun 2023 mencapai angka di atas 100 (berarti petani pangan mulai sejahtera), NTP hortikultura justru terus menurun hingga 89,75. Kondisi ini mengindikasikan adanya ketimpangan kesejahteraan antar subsektor dan mengancam keberlanjutan produksi pangan yang beragam. Oleh karena itu, penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi NTP dan strategi peningkatannya menjadi sangat urgen, terutama dalam rangka menjamin ketahanan pangan di tengah pertumbuhan penduduk yang terus meningkat.

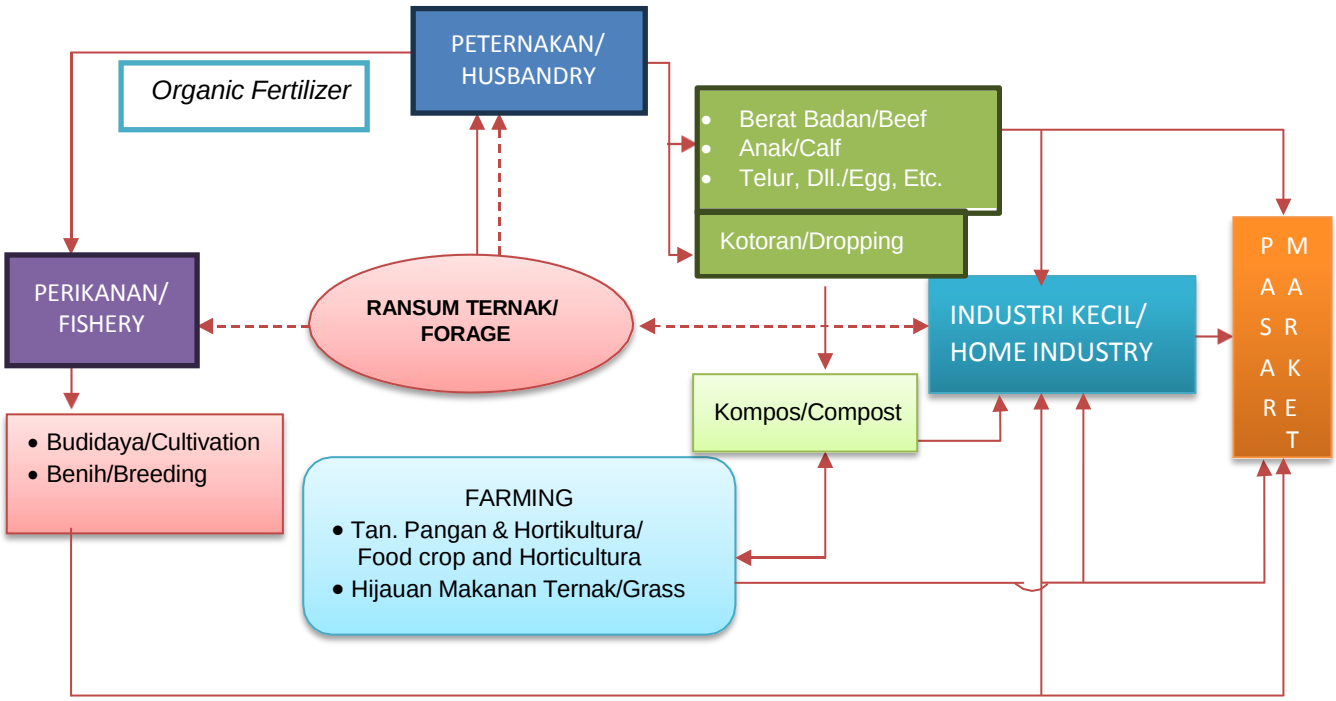
Sektor pertanian Provinsi Sumatera Utara dengan luas 647.223 ha, hanya 349.379,7 ha yang dikembangkan oleh petani. Permasalahan yang dihadapi antara lain penguasaan lahan oleh industri yang semakin luas, kerusakan infrastruktur irigasi, dominasi petani usia tua (>39 tahun mencapai 56,18%), tingginya biaya produksi, serta Nilai Tukar Petani (NTP) hortikultura yang masih di bawah 100 (BPS, 2023). Pada Februari 2024, NTP hortikultura baru mencapai 95,23.

Tabel 2. Jumlah Rumah Tangga Usaha Pertanian (Kepala Keluarga) Menurut Golongan Luas Lahan yang dikuasai di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2013 dan 2023

No	Golongan Luas Lahan Sawah yang Dikuasai (Ha)	2013 (KK)	2023 (KK)	Perubahan	
				Absolut	%
1	< 1.000	166.027	338.977	172.950	104,17
2	1.000–1.999	118.903	142.596	23.693	19,93
3	2.000–4.999	304.510	321.242	16.732	5,49
4	5.000–9.999	267.595	250.528	-17.067	-6,38
5	10.000–19.999	266.226	262.997	-3.229	-1,21
6	20.000–29.999	108.167	95.894	-12.273	-11,35
7	≥ 30.000	96.331	76.562	-19.769	-20,52

Sumber: Publikasi Buku BPS Provinsi Sumatera Utara, data diolah

Data di atas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan sangat signifikan (104,17%) pada rumah tangga petani dengan lahan sawah kurang dari 1 hektar, sementara rumah tangga dengan lahan luas (≥5 Ha) justru menurun drastis. Kondisi ini mengindikasikan terjadinya fragmentasi lahan yang parah, yang berdampak pada rendahnya efisiensi usahatani dan pendapatan petani. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengoptimalkan pemanfaatan lahan sempit sekaligus meningkatkan kesejahteraan petani secara berkelanjutan.



Gambar 1. Model Sistem Pertanian Terintegrasi (Kementan, 2020)

Sistem pertanian terintegrasi merupakan solusi untuk meningkatkan produktivitas lahan dan konservasi lingkungan dengan memanfaatkan interaksi antara berbagai komponen usaha tani (Farid, 2020). Sistem ini mampu menghasilkan empat produk, yaitu komoditas tanaman berkualitas, pupuk organik, pestisida organik, pakan ternak dan ikan, serta energi. Devendra (2020) menyatakan bahwa teknologi integrasi tanaman-ternak bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan ternak, mengurangi pencemaran lingkungan,

memperbaiki kesuburan lahan secara berkelanjutan dengan biaya murah, meningkatkan pendapatan petani, dan meningkatkan kegiatan usahatani secara efisien.

Di Sumatera Utara, model pertanian terintegrasi sudah banyak dilakukan di beberapa lokasi (Rauf dkk., 2021; Parulian dkk., 2021 Namun demikian, model integrasi yang dilakukan umumnya hanya menggabungkan dua subsektor saja, yaitu pertanian dan peternakan. Padahal, potensi sumber daya pertanian yang tersedia di Sumatera Utara memungkinkan pengembangan model integrasi yang lebih luas dan beragam, misalnya dengan melibatkan subsektor perikanan, perkebunan, atau kehutanan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengidentifikasi potensi sumber daya eksisting yang dapat mendukung model integrasi pertanian untuk mengoptimalkan produktivitas pertanian di Sumatera Utara, dan 2) menemukan model integrasi pertanian yang dapat mengoptimalkan produktivitas pertanian di Sumatera Utara.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Simalungun, Karo, Pakpak Barat, dan Dairi selama 4 bulan (September-Desember 2024). Pendekatan penelitian menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Data primer diperoleh melalui kuesioner, wawancara mendalam, dan observasi langsung. Data sekunder diperoleh dari laporan instansi pemerintah seperti Dinas Ketahanan Pangan, Dinas Perkebunan dan Peternakan, serta Dinas Kelautan dan Perikanan.

Pemilihan keempat kabupaten tersebut didasarkan pada keunggulan komparatif masing-masing daerah dalam subsektor pertanian tertentu. Secara rinci, basis subsektor di setiap lokus penelitian disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Lokus Penelitian dan Basis Sub Sektor

No	Kabupaten	Basis Sub sektor
1	Simalungun	Pangan, Perkebunan, Peternakan, dan Perikanan
2	Karo	Hortikultura
3	Pakpak Barat	Pangan dan Perkebunan
4	Dairi	Hortikultura

Populasi penelitian adalah masyarakat kelompok tani yang telah mengimplementasikan sistem pertanian terintegrasi. Mengingat jumlah petani yang benar-benar menerapkan sistem pertanian terintegrasi secara utuh di keempat kabupaten masih terbatas dan belum terdokumentasi secara luas, serta penelitian ini bertujuan untuk eksplorasi mendalam (*in-depth study*) serta generalisasi statistik, maka sampel ditentukan secara purposive sebanyak 10 petani dari empat kabupaten. Keputusan ini didasarkan pada prinsip *information-rich cases* dalam penelitian kualitatif (Patton, 2015), di mana fokus utama adalah pada kedalaman informasi dari subjek yang benar-benar memenuhi kriteria, bukan pada jumlah representasi populasi. Sepuluh petani dipilih dengan rincian: minimal 2 petani per kabupaten yang telah menjalankan sistem integrasi minimal 2 tahun, sehingga dianggap cukup untuk menangkap variasi pola integrasi yang ada (Sandelowski, 1995)**.** Analisis data menggunakan analisis persepsi dengan skala Likert dan analisis potensi integrasi menggunakan pendekatan Location Quotient (LQ). Analisis data

menggunakan analisis persepsi dengan skala Likert dan analisis potensi integrasi menggunakan pendekatan *Location Quotient* (LQ).

a. Analisis Persepsi

Tingkat persepsi penerimaan petani terhadap penerapan sistem pertanian terintegrasi dihitung dengan rumus:

$$\text{Tingkat persepsi penerimaan} = \frac{score\ total\ kuesioner}{score\ maksimal\ kuesioner}\ x\ 100\%$$

Kriteria interpretasi skor (Riduwan, 2015):

- 0-20% = Sangat rendah
- 21-40% = Rendah
- 41-60% = Sedang
- 61-80% = Tinggi
- 81-100% = Sangat tinggi

b. Analisis Location Quotient (LQ)

Potensi integrasi antar sub sektor dianalisis dengan menggunakan pendekatan *Location Quotient* (LQ). Analisis LQ digunakan untuk melihat potensi suatu sub sektor diintegrasikan dengan sektor yang lain. Kriteria pengukuran LQ yaitu sub sektor tersebut merupakan sub sektor yang tidak layak untuk dikembangkan di wilayah tersebut. Sehingga semakin tinggi nilai LQ, semakin tinggi pula potensi integrasi dan pengembangan sub sektor di wilayah tersebut. Persamaan umum analisis LQ adalah (Panuju dan Rustiadi, 2013):

$$\text{LQ} = \frac{Xij\ /\ Xi}{Xj\ /\ X}\ x\ 100\%$$

Keterangan:

Xij = jumlah produksi sub sektor x di Kecamatan x tahun 2024
Xi = jumlah produksi seluruh sub sektor di Kecamatan x tahun 2024
Xj = jumlah produksi sub sektor x di Kabupaten y tahun 2024
X = jumlah produksi seluruh sub sektor di Kabupaten y tahun 2024

c. Analisis Pendapatan

Pendapatan petani dihitung dengan rumus: $\pi = TR - TC$

di mana π= pendapatan, TR= total penerimaan (hasil produksi × harga), TC= total biaya (biaya tetap + biaya variabel). Peningkatan pendapatan dihitung dengan membandingkan pendapatan sebelum dan sesudah penerapan sistem pertanian terintegrasi, dinyatakan dalam persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Sumber Daya Eksisting di Lokus Penelitian

Tabel 4 menunjukkan setiap kabupaten memiliki keunggulan komparatif pada subsektor yang berbeda. Kabupaten Simalungun menunjukkan potensi yang beragam mencakup subsektor pangan (padi dan jagung), perkebunan (kelapa sawit), serta peternakan (sapi). Keragaman ini menjadikan Simalungun sebagai lokasi yang paling prospektif untuk pengembangan sistem pertanian terintegrasi tanaman–ternak–perkebunan.

Potensi sumber daya eksisting di setiap lokus penelitian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Produksi Komoditas Unggulan di Setiap Lokus Penelitian Tahun 2023.

No	Kabupaten	Komoditas	Produksi (ton)	Sub Sektor
1	Simalungun	Padi sawah	353.289	Pangan
		Jagung	241.952	Pangan
		Kelapa Sawit	404.677	Perkebunan
		Sapi (ekor)	118.291	Peternakan
2	Karo	Kentang	84.491	Hortikultura
		Kubis	146.022	Hortikultura
		Wortel	136.080	Hortikultura
		Jeruk Siam	294.810	Hortikultura
3	Pakpak Bharat	Kopi	1.422	Perkebunan
		Jahe	171.641	Hortikultura
4	Dairi	Kopi Arabika	18.677	Perkebunan
		Jagung	296.941	Pangan

Sumber: Laporan instansi pemerintah, seperti Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Hortikultura, Dinas Perkebunan dan Peternakan, Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten/Kota

Kabupaten Karo didominasi oleh komoditas hortikultura bernilai tinggi seperti kentang, kubis, wortel, dan jeruk siam. Potensi ini memerlukan strategi integrasi yang berbeda, misalnya dengan subsistem peternakan untuk memanfaatkan limbah hortikultura sebagai pakan. Kabupaten Pakpak Bharat memiliki produksi jahe yang sangat tinggi dan kopi, sedangkan Kabupaten Dairi unggul pada jagung dan kopi arabika. Kedua kabupaten ini memiliki potensi integrasi tanaman–ternak yang lebih terbatas, namun tetap dapat dikembangkan melalui pendekatan berbasis perkebunan dan pangan. Secara keseluruhan, keberagaman potensi eksisting antar lokus penelitian mendukung perlunya model integrasi yang spesifik lokasi, bukan model tunggal.

Model Integrasi Pertanian

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 10 model integrasi pertanian berdasarkan 4 basis sub sektor. Hal ini sejalan dengan penelitian Hasan dkk. (2021) dan Sudarwati dkk. (2016) yang mengidentifikasi beberapa model pertanian terintegrasi yang dikembangkan di Indonesia, seperti integrasi ternak dan tanaman pangan, integrasi ternak dan tanaman hortikultura, serta integrasi ternak dan perkebunan.

Integrasi dengan Basis Sub Sektor Pangan

Model integrasi padi, kopi, dan sapi dikembangkan oleh Bapak Jais Sinaga di Kecamatan Siempat Rube, Kabupaten Pakpak Bharat. Kotoran sapi dimanfaatkan sebagai pupuk kandang (200 kg/musim untuk padi dan 400 kg/musim untuk kopi). Jerami padi dimanfaatkan sebagai pupuk kompos bagi kopi dan pakan ternak. Integrasi ini meningkatkan produktivitas padi hingga 67% dan mengurangi biaya pupuk kimia sebesar 20%. Penelitian Khairullah dkk. (2023) melaporkan adanya peningkatan produksi padi dengan pemberian 5 ton/ha kompos jerami padi, yang mendukung temuan ini. Integrasi dengan Basis Sub Sektor Pangan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Model Integrasi dengan Basis Sub Sektor Pangan.

No	Nama Petani	Lokus	Basis	Sub Sektor Integrasi	Peningkatan Produktivitas	Pengurangan Biaya
1	Jais Sinaga	Siempat Rube, Pakpak Bharat	Padi	Kopi, Sapi	Padi ↑ 67%	20%
2	Rasman Boangmanalu	Salak, Pakpak Bharat	Padi	Kopi	Kopi ↑ 100%	Rp 1.000.000/ musim
3	Prido	Huta Bayu Raja, Simalungun	Padi	Sawit, Sapi	-	-

Sumber: peneliti (data diolah)

Integrasi dengan Basis Sub Sektor Hortikultura

Integrasi dengan Basis Sub Sektor Hortikultura disajika pada Tabel 6.

Tabel 6. Model Integrasi dengan Basis Sub Sektor Hortikultura

No	Nama Petani	Lokus	Komoditas	Integrasi	Manfaat
1	Edward Berton Malau	Parbuluan, Dairi	Bawang merah, cabe	Kopi, sapi, ikan	Pengurangan biaya pupuk 50%
2	M. Ukin	Dolat Rayat, Karo	Wortel, kentang, jeruk, cabai, buncis	Sapi, ayam, domba	Pengurangan biaya 80%
3	Stasion Ginting	Merdeka, Karo	Kentang, cabe, sayur, jeruk	Sapi, domba	Pengurangan biaya 25%

Sumber: peneliti (data diolah)

Model integrasi bawang merah, kopi, cabai, sapi, dan ikan dikembangkan oleh Bapak Edward Berton Malau di Kecamatan Parbuluan, Kabupaten Dairi. Kotoran sapi (25 kg/hari) dimanfaatkan sebagai pupuk kandang. Kolam ikan berfungsi sebagai reservoir dan tempat minum sapi. Pengurangan biaya pupuk mencapai 50%. Penelitian Nurcholis dkk. (2018) menunjukkan bahwa produktivitas cabai besar dapat ditingkatkan dari 0,5 kg/tanaman menjadi 0,7 kg/tanaman melalui sistem pertanian terintegrasi.

Integrasi dengan Basis Sub Sektor Perkebunan

Model integrasi kopi, lebah, kaliandra, dan alpukat dikembangkan oleh Bapak Slamet Suryadi di Kecamatan Sidamanik, Kabupaten Simalungun. Lebah madu (*Apis cerana*) membantu penyerbukan kopi, kaliandra sebagai penyedia nektar. Produktivitas kopi meningkat 10-20% per tahun dengan produksi madu 100 kg/tahun. Pendapatan dari kopi meningkat Rp 16,1 juta/tahun dan dari madu Rp 18 juta/tahun. Integrasi dengan Basis Sub Sektor Perkebunan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Pendapatan Integrasi Kopi, Lebah, Kaliandra, dan Alpukat

No	Komponen	Sebelum Integrasi	Setelah Integrasi	Peningkatan
1	Produktivitas Kopi	-	↑ 10-20%/tahun	-
2	Produksi Madu	0	100 kg/tahun	-
3	Pendapatan Kopi	-	Rp 16.100.000/tahun	-
4	Pendapatan Madu	0	Rp 18.000.000/tahun	-
5	Total Pendapatan	-	Rp 34.100.000/tahun	-

Sumber: peneliti (data diolah)

Penelitian Rachma dan Umam (2021) menegaskan bahwa ternak lebah dapat berlangsung dengan baik pada pertanaman organik, karena pupuk yang digunakan oleh tanaman penghasil nektar berasal dari bahan yang aman dan tidak merusak lingkungan.

Integrasi dengan Basis Sub Sektor Peternakan

Integrasi dengan Basis Sub Sektor Peternakan disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Pendapatan Integrasi Sapi dan Jagung

No	Uraian	Sebelum Integrasi	Setelah Integrasi	Peningkatan
1	Pendapatan Kotor	-	-	-
2	Pendapatan Bersih	-	33,3%	-

Sumber: peneliti (data diolah)

Model integrasi sapi dan jagung dikembangkan oleh Bapak Rifi Hamdani Damanik di Kecamatan Gunung Maligas, Kabupaten Simalungun. Kotoran sapi (250 kg/hari) diberikan ke tanaman jagung, sementara seluruh tanaman jagung dimanfaatkan sebagai pakan sapi. Pendapatan bersih dari sapi meningkat 33,3%. Penelitian Hadija (2022) menunjukkan bahwa integrasi sapi dan jagung menghasilkan nilai R/C sebesar 2,25 yang lebih besar dari nilai R/C sebesar 1,25 jika melakukan budidaya ternak sapi saja.

Peningkatan Produktivitas dan Pendapatan Petani

Sesuai dengan tujuan penelitian yang kedua, yaitu menemukan model integrasi pertanian yang dapat mengoptimalkan produktivitas dan pendapatan petani di Sumatera Utara, serta berdasarkan metode analisis pendapatan yang telah diuraikan pada bagian metode penelitian (melalui perbandingan pendapatan sebelum dan sesudah penerapan sistem integrasi), maka rekapitulasi peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya dari lima petani responden disajikan pada Tabel 9.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan produktivitas yang signifikan pada berbagai lokus. Hal ini sejalan dengan penelitian Parulian dkk. (2021) yang menunjukkan peningkatan produktivitas tanaman kentang sebesar 4% dengan penerapan sistem pertanian terintegrasi. Channabasavanna dkk. (2021) melaporkan bahwa integrasi tanaman dengan ikan, unggas, dan kambing memberikan produktivitas lebih tinggi dari pada sistem padi-padi, dengan peningkatan produksi padi dari 5-6 ton/hektar menjadi 7,6-8 ton/hektar.

Tabel 9. Rekapitulasi Peningkatan Produktivitas dan Pengurangan Biaya

No	Nama Petani	Lokus	Komoditas	Peningkatan Produktivitas	Pengurangan Biaya
1	Jais Sinaga	Siempat Rube, Pakpak Bharat	Padi	Padi ↑ 67%	20%
2	Rasman Boangmanalu	Salak, Pakpak Bharat	Kopi	Kopi ↑ 100%	Rp 1.000.000/ musim
3	Slamet Suryadi	Sidamanik, Simalungun	Kopi	10-20%	-
4	Torus Boangmanalu	Salak, Pakpak Bharat	Kopi	30%	Rp 200.000
5	Rifi Hamdani Damanik	Gunung Maligas, Simalungun	Sapi	33,3% (pendapatan)	-

Sumber: peneliti (data diolah)

Kadir (2020) juga melaporkan adanya peningkatan pendapatan dari hasil integrasi padi dan sapi. Hasil analisis diperoleh total pendapatan petani monokultur padi sebesar Rp 9.213.550,00 per tahun dan pendapatan monokultur sapi sebesar Rp 6.659.1783,33 per tahun, sedangkan pendapatan usaha padi-sapi terpadu diperoleh pendapatan sebesar Rp 17.981.726,95 per tahun. Peningkatan pendapatan ini disebabkan oleh banyaknya aktivitas usaha yang dilakukan secara terpadu.

Tingkat Penerimaan Petani

Tingkat Penerimaan Petani disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Tingkat Persepsi Penerimaan Petani terhadap Sistem Pertanian Terintegrasi.

No	Nama Petani	Lokus	Pendidikan	% Tingkat Persepsi	Kriteria
1	Jais Sinaga	Siempat Rube, Pakpak Bharat	SMP	78%	Tinggi
2	Rasman Boangmanalu	Salak, Pakpak Bharat	SMA	90%	Sangat Tinggi
3	Prido	Huta Bayu Raja, Simalungun	SMP	91%	Sangat Tinggi
4	Edward Berton Malau	Parbuluan, Dairi	Sarjana	70%	Tinggi
5	M. Ukin	Dolat Rayat, Karo	Sarjana	98%	Sangat Tinggi
6	Stasion Ginting	Merdeka, Karo	SMA	100%	Sangat Tinggi
7	Slamet Suryadi	Sidamanik, Simalungun	Sarjana	98%	Sangat Tinggi
8	Torus Boangmanalu	Salak, Pakpak Bharat	SMA	80%	Tinggi
9	Rifi Hamdani Damanik	Gunung Maligas, Simalungun	SMA	85%	Sangat Tinggi
10	Norman Matondang	Siantar, Simalungun	SD	65%	Sedang
	Rata-rata			85,5%	Sangat Tinggi

Sumber: peneliti (data diolah)

Tingkat persepsi penerimaan petani terhadap sistem pertanian terintegrasi menunjukkan rata-rata 85,5% (kriteria sangat tinggi). Enam dari sepuluh petani

menunjukkan tingkat persepsi sangat tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Soekartawi (2016) bahwa petani yang berpendidikan lebih cepat mengerti dan memahami penggunaan inovasi dan teknologi baru. Adesina dan Zinnah (2021) menyatakan bahwa persepsi adopter terhadap inovasi teknologi mempengaruhi proses adopsi inovasi teknologi yang diusulkan. Jika persepsi adopter positif, maka inovasi teknologi tersebut cenderung lebih cepat diadopsi.

Evaluasi Kebutuhan Pupuk Kandang

Evaluasi Kebutuhan Pupuk Kandang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Evaluasi Kebutuhan Pupuk Kandang pada Pertanaman

No	Nama Petani	Luas Lahan	Ternak	Pupuk Tersedia (kg/musim)	Kebutuhan Ideal (kg/musim)	Kekurangan (kg/musim)
1	Jais Sinaga	2.000 m² (padi)	Sapi 7 ekor	200	3.000	2.800
2	Rasman Boangmanalu	8.000 m² (padi)	-	0	27.000	27.000
3	Prido	5.000 m² (padi)	Sapi 4 ekor	800	7.500	6.700
4	Edward Berton Malau	50.000 m² (bawang)	Sapi 6 ekor	2.250	75.000	72.750
5	M. Ukin	4.500 m² (horti)	Domba 40 ekor	4.000	1.600	- (kelebihan 2.400)
6	Stasion Ginting	20.000 m² (horti)	Sapi 10 + Domba 60	3.000	30.000	27.000
7	Torus Boangmanalu	2.500 m² (horti)	-	0	3.750	3.750
8	Rifi Hamdani Damanik	10.000 m² (jagung)	Sapi 13 ekor	2.500	15.000	12.500

Sumber: peneliti (data diolah)

Evaluasi menunjukkan bahwa jumlah pupuk kandang yang diberikan masih sangat kurang dibanding kebutuhan ideal (15 ton/ha untuk sapi, 4 ton/ha untuk kambing/domba). Penelitian Rahim dkk. (2023) dan Hafizah & Mukarramah (2017) menunjukkan bahwa dosis optimal pemberian kotoran sapi pada tanaman adalah 10-20 ton/ha, sedangkan untuk kotoran kambing/domba sebesar 4 ton/ha (Meidina & Suwardi, 2024). Kekurangan pupuk kandang ini disebabkan keterbatasan jumlah ternak yang dimiliki petani. Suwarto (2023) menyatakan bahwa penggunaan 10 ton pupuk organik akan menyediakan hara nitrogen sebesar 114 kg, fosfor sebesar 230 kg, dan kalium sebesar 118 kg, yang dapat mengurangi penggunaan dosis urea 300 kg menjadi 200 kg/ha. Hal ini menunjukkan pentingnya pemenuhan kebutuhan pupuk kandang dalam sistem pertanian terintegrasi.

Integrasi Pertanian dengan Pariwisata

Timothi Integrated Farm di Kecamatan Siantar, Kabupaten Simalungun mengintegrasikan perikanan, pertanian, edukasi, wisata, dan kuliner pada lahan

seluas 6 hektar. Arimbawa (2022) menyatakan bahwa perikanan yang dikelola dalam sistem pertanian terintegrasi merupakan ikan air tawar yang tidak banyak memerlukan perawatan, namun dapat memanfaatkan nutrisi yang ada dari hasil produk samping sistem pertanian terintegrasi yang semuanya dapat dikelola secara industri kecil dan dijual di pasar.

Kendala Penerapan Pertanian Integrasi

Kathleen (2021) menyatakan bahwa pertanian integrasi tanaman-ternak dapat memperbaiki kualitas tanah, meningkatkan hasil, menghasilkan pangan beragam dan memperbaiki efisiensi penggunaan lahan. Namun demikian, terdapat beberapa kendala dalam penerapannya di lapangan. Kendala Penerapan Pertanian Integrasi disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Identifikasi Kendala Penerapan Pertanian Integrasi.

No	Kendala	Deskripsi	Lokus
1	Keterbatasan Ternak	Petani belum memiliki ternak, masih membeli kotoran	Salak, Pakpak Bharat
2	Keterbatasan Lahan	Tidak semua petani dapat membuat kolam karena lahan terbatas	Semua lokus
3	Kurangnya Modal	Modal terbatas untuk infrastruktur dan pengembangan	Semua lokus
4	Irigasi Kurang Mendukung	Saluran irigasi perlu perbaikan	Semua lokus
5	Fasilitas Terbatas	UPPO, traktor, fasilitas kesehatan ternak terbatas	Semua lokus
6	Pasar Kurang Mendukung	Banyak tengkulak, harga produk terkadang murah	Semua lokus
7	Peran Penyuluh Belum Maksimal	Sosialisasi dan pendampingan masih kurang	Beberapa lokus
8	Pemahaman Petani Kurang	Kesulitan analisis keuangan, tidak melakukan pembukuan	Semua lokus

Sumber: peneliti (data diolah)

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini menghasilkan pemetaan potensi sumber daya eksisting di setiap lokus yang meliputi sub sektor pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan, dan perikanan. Sepuluh model integrasi pertanian telah berhasil diidentifikasi berdasarkan lima basis sub sektor. Dari aspek ekologi, penelitian menunjukkan adanya aliran energi biomassa yang optimal (*zero waste production system*). Dari aspek ekonomi, terjadi peningkatan produktivitas pada sub sektor pangan, hortikultura, dan perkebunan serta peningkatan pendapatan dari peningkatan produksi, penurunan biaya pupuk anorganik, dan penurunan biaya pengendalian gulma. Pertanian terpadu juga bisa menciptakan lapangan kerja baru di pedesaan sehingga urbanisasi berkurang. Oleh karena itu, pengembangan model pertanian terintegrasi perlu terus didorong melalui berbagai program dan kebijakan pemerintah.

Berdasarkan hasil kajian, terdapat beberapa strategi dan rekomendasi yang perlu diimplementasikan untuk mendukung pengembangan sistem pertanian terintegrasi di Provinsi Sumatera Utara. Pertama, diperlukan perbaikan saluran irigasi teknis di Kecamatan Sidamanik, Kabupaten Simalungun, yang pelaksanaannya menjadi tanggung jawab Dinas Pekerjaan Umum dan Permukiman guna menjamin ketersediaan air bagi kegiatan budidaya pertanian. Kedua, di Kabupaten Karo dan Kabupaten Pakpak Bharat direkomendasikan distribusi bibit ternak sapi, kambing, dan domba melalui Dinas Peternakan sebagai upaya memperkuat integrasi subsektor tanaman dan peternakan.

Selanjutnya, pada seluruh lokasi penelitian perlu dilakukan identifikasi dan pengembangan kawasan pertanian terintegrasi sebagai proyek percontohan (pilot project) yang dikoordinasikan oleh Dinas Ketahanan Pangan. Penerapan teknologi smart farming, seperti kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), robotika, dan drone, juga direkomendasikan di seluruh lokus melalui Dinas Pertanian untuk meningkatkan efisiensi produksi, ketepatan pengelolaan lahan, serta produktivitas pertanian.

Untuk memperkuat aspek hilirisasi, diperlukan pengembangan pasar produk pertanian terpadu yang melibatkan Dinas Perindustrian dan Perdagangan serta Dinas Koperasi dan UMKM sehingga hasil produksi memiliki akses pasar yang lebih luas dan memberikan nilai tambah bagi petani. Di sisi lain, peningkatan produktivitas juga perlu didukung melalui pemberian bantuan benih, bibit unggul, dan pupuk organik oleh Dinas Pertanian.

Keberhasilan implementasi pertanian terintegrasi sangat bergantung pada kualitas sumber daya manusia. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas penyuluh pertanian yang menjadi tanggung jawab penyuluh pada Dinas Pertanian, sehingga mampu memberikan pendampingan teknis yang lebih efektif kepada petani. Selain itu, sosialisasi model pertanian terintegrasi perlu dilakukan secara berkelanjutan di seluruh lokus dengan koordinasi Badan Perencanaan, Penelitian, dan Pengembangan Provinsi Sumatera Utara (Bappelitbang Provsu) untuk meningkatkan pemahaman dan adopsi inovasi oleh masyarakat.

Sebagai bagian dari penguatan sistem pertanian berkelanjutan, direkomendasikan pula pembangunan Unit Pengolah Pupuk Organik (UPPO) di seluruh lokus melalui Dinas Pertanian guna mendukung pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan menjadi pupuk organik yang bernilai ekonomis. Dalam jangka panjang, pengembangan pertanian terintegrasi perlu didukung melalui aspek pendidikan dengan penambahan muatan lokal mengenai pertanian terintegrasi pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang menjadi tanggung jawab Dinas Pendidikan, sehingga mampu mencetak generasi muda yang memiliki kompetensi dan kesiapan dalam mengembangkan sistem pertanian yang modern, efisien, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sumatera Utara yang telah mendanai penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Dinas Pertanian, Dinas Perkebunan dan Peternakan, Dinas Ketahanan Pangan dan Perikanan Kabupaten Simalungun, Karo, Pakpak Bharat, dan Dairi atas dukungan data dan informasi.

Apresiasi setinggi-tingginya kepada para petani dan kelompok tani yang telah berpartisipasi dan menjadi responden dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adesina, A. A., & Zinnah, M. M. (2021). Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics*, 9(4), 297-311.

Arimbawa, I. P. (2022). Sistem Pertanian Terpadu Tanaman Pangan dan Ternak Sapi sebagai Model Peningkatan Pendapatan Petani. *Prosiding Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA V*, 357-362.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2023). *Statistik Tanaman Hortikultura Provinsi Sumatera Utara*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2023). *Jumlah Rumah Tangga Usaha Pertanian Di Provinsi Sumatera Utara Sebanyak 1.488.796 Rumah Tangga*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2024). *Jumlah Penduduk menurut Jenis Kelamin dan Kabupaten/Kota (Jiwa), 2022-2023*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.

Channabasavanna, A. S., Biradar, D. P., Prabhudev, K. N., & Hegeda, M. (2021). Development of Profitable Integrated Farming System Model for Small and Medium Farmers of Tungabhadra Project Area of Karnataka. *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 22, 25-27.

Devendra, C. (2020). *Sustainable Animal Production from Small Farm Systems in South-East Asia*. FAO Animal Production and Health Paper 106. FAO Rome.

Farid, M. (2020). Sistem Pertanian Terintegrasi untuk Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan. *Jurnal Agriekstensia*, 19(1), 45-54.

Hadija, H. (2022). Kajian Potensi Pengembangan Teknologi Sistem Integrasi Tanaman Jagung dan Ternak Model Zero Waste di Kabupaten Soppeng. *Jurnal Agrotan*, 2(2), 68-84.

Hafizah, N., & Mukarramah, R. (2017). Aplikasi Pupuk Kandang Kotoran Sapi Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.) di Lahan Rawa Lebak. *ZIRAA'AH*, 42(1), 1-7.

Hasan, S., Masuda, Y., Shimojo, M., & Natsir, A. (2021). Performance of Male Bali Cattle Raised in the Marginal Land with Three Strata Forage System in Different Seasons. *Kyushu University*, Japan.

Kadir, J. M. (2020). Analisis Pendapatan Sistem Pertanian Terpadu Integrasi Padi Ternak Sapi di Kelurahan Tatae Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 6(1), 42-56.

Kathleen, H. (2021). Integrated crop/livestock agriculture in the United States: A Review. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35, 376-393. https://doi.org/10.1080/10440046.2011.562042

Khairullah, I. D., Indradewa, P., Yudono, & Maas, A. (2023). Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Padi pada Perlakuan Kompos Jerami dan Purun Tikus (Eleocharis dulcis) di Tanah Sulfat Masam yang Berpotensi Keracunan Besi. *Agroscientiae*, 18(2), 108-115.

Meidina, E., & Suwardi. (2024). Pengaruh Dosis Pupuk Organik Kotoran Kambing terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai (Glycine max L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 12(3), 160-167.

Nurcholis, M., Supangkat, G., & Haryanto, D. (2018). *Pengembangan Sistem Pertanian Terpadu untuk mendukung Kemandirian Desa Banjararum, Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulon Progo*. Laporan Pengabdian Masyarakat Iptek bagi Wilayah (IbW) DP2M Ditjen Dikti Depdiknas.

Parulian, L., Munthe, K. P. S. M., & Haloho, R. D. (2021). Pengaruh Integrasi Tanaman dan Ternak Sapi terhadap Peningkatan Pendapatan dan Produktivitas Petani (Studi Kasus: Petani Kentang di Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir). *Agrimor*, 4(2), 23–25.

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Rachma, N., & Umam, A. S. (2021). Pertanian Organik Sebagai Solusi Pertanian Berkelanjutan di Era New Normal. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 1(4).

Rahim, A., Marfi, W. O. E., & Sinaini, L. (2023). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (Lycopersicum Esculentum Mill) pada Berbagai Dosis Bokashi Kotoran Sapi dan Volume Penyiraman. *Jurnal Agrokompleks*, 4(9), 42-54.

Rauf, A., Rahmawaty, & Said, D. B. T. (2021). Sistem Pertanian Terpadu di Lahan Pekarangan Mendukung Ketahanan Pangan Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan. *Pertanian Tropik*, 1(1).

Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. CV. Alfabeta.

Sabarella, Komalasari, M. D. N., Manurung, W. B., Sehusman, M., Supriyati, Y., Rinawati, S., & Amara, V. D. (2023). *Analisis PDB Sektor Pertanian Tahun 2023*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.

Sandelowski, M. (1995). Sample Size in Qualitative Research. *Research in Nursing & Health*, 18(2), 179-183.

Soekartawi. (2016). *Analisis Usahatani*. Universitas Indonesia Press.

Sudarwati, H., Natsir, A., & Hasan, S. (2016). Integrasi Ternak Sapi dengan Tanaman Perkebunan. *Universitas Brawijaya Press*.

Suwarto. (2023). Efisiensi Penggunaan Pupuk Organik dalam Sistem Pertanian Terintegrasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(2), 112-120.

Tipraqsa, P., Craswell, E. T., Noble, A. D., & Schmidt-Vogt, D. (2022). Resource integration for multiple benefits: Multifunctionality of integrated farming systems in Northeast Thailand. *Agricultural Systems*, 94(3), 694-703.