

9. PENILAIAN EKONOMI SISTEM PENGELUARAN PADI SECARA INTEGRASI DI KOLAM TERNAKAN IKAN KELI

Dr. Hairazi Rahim¹, Dr. Engku Elini Engku Ariff¹, Mohd Amirul Mukmin Abdul Wahab¹ dan Nuruddin Mohamad Isa¹

¹Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes

9.1. PENDAHULUAN

Dasar kerajaan secara konsisten menekankan kepada beberapa strategi antaranya meningkatkan pengeluaran domestik, meningkatkan produktiviti, mengukuhkan aktiviti penyelidikan dan pembangunan, inovasi dan teknologi (Serin et al. 2019). Ikan merupakan sumber protein utama selain daripada haiwan ternakan lain yang boleh didapati daripada pelbagai strata ekonomi dalam kalangan komuniti dengan kepelbagaian sama ada marin ataupun darat. Perikanan-ternakan darat merupakan satu subindustri pertanian yang semakin pesat membangun di Malaysia malah di seluruh dunia.

Pada masa yang sama integrasi padi-ikan mula mendapat perhatian pada tahun 1980-an (Nabi 2008). Sistem integrasi dilihat mempunyai potensi untuk pelbagai manfaat alam sekitar di Asia. Sub-Sahara Afrika sebagai contohnya giat memperkenalkan sistem integrasi yang dikenali sebagai *Integrated Irrigation Aquaculture* (IIA) yang memfokuskan kepada ternakan ikan bersama tanaman seperti padi (Koide et al. 2015) manakala jiran terdekat di Asia Tenggara tidak ketinggalan dalam mempromosi dan menggalakkan potensi integrasi tanaman dan ternakan seperti yang dijalankan di Vietnam (Bosma et al. 2012).

Pelbagai faktor menjadikan inisiatif seperti ini dipertimbangkan secara serius di pelbagai negara antaranya dalam memaksimumkan penggunaan input seperti air, meningkatkan produktiviti hasil sama ada bagi ternakan mahupun tanaman seperti padi dan juga dalam melestarikan sistem tanaman yang sekian lama mengguna pakai sistem konvensional yang berintensif input kimia. Senario dalam sektor pertanian kini lebih terarah kepada teknologi hijau dengan adaptasi yang lebih praktikal untuk diguna pakai di seluruh dunia. Umumnya revolusi hijau adalah terkait dengan kelestarian dalam aktiviti penanaman, lebih terkecapan dengan revolusi biru-hijau yang mengintegrasikan tanaman-ternakan dalam sistem pertanian diamalkan (Ahmed dan Turchini 2021).

Integrasi padi-ikan direkodkan dalam banyak kajian mampu memberi kesan yang signifikan secara ekologi mahupun ekonomi. Banyak laporan mencadangkan bahawa penternakan padi-ikan bersepadu adalah baik dari segi ekologi kerana ikan meningkatkan kesuburan tanah dengan menjana nitrogen dan fosforus (Lightfoot et al. 1992; Giap et al. 2005; Dugan et al. 2006). Pada masa sama, kawalan perosak bagi sesetengah jenis juga dapat diaktifkan secara biologi dengan menghapuskan habitat perosak yang berumah di persekitaran rumpai akuatik dan alga. Selain itu, penyakit bawaan air dapat dikurangkan dan

kawalan nyamuk juga dapat berfungsi secara natural (Matteson 2000), memberi manfaat tidak langsung kepada manusia (Rajah 9.1).



Rajah 9.1: Faktor-faktor galakan integrasi padi-ikan dalam pertanian

Jika dilihat dari sudut yang lain, tanaman padi yang diintegrasikan dengan ikan akan membekalkan sumber makanan planktonik, perifit dan bentik kepada ikan (Mustow 2002). Kedudukan tanaman padi pada ruang permukaan air memberi teduhan selain mengekalkan suhu air yang sesuai untuk ikan semasa musim panas (Kunda et al. 2008). Banyak spesies ikan memilih kawasan sawah untuk pembiakan mereka (Fernando 1993; Little et al. 1996; Halwart 1998; Halwart dan Gupta, 2004; Ahmed et al. 2011). Jika integrasi padi dan ikan berlaku di kawasan penanaman padi ia akan memberi banyak manfaat alam sekitar dengan dimensi yang memberi impak secara langsung terhadap persekitaran. Tidak dapat dinafikan juga sekiranya integrasi berbalik dengan memperkenalkan padi kepada kolam-kolam ternakan ikan juga akan membuahkan pelbagai manfaat yang serupa bahkan mungkin sahaja terdapat manfaat tidak langsung yang dapat dikecapi pengusahanya sekali gus meningkatkan produktiviti (Gurung dan Wagle 2005; Ahmed et al. 2011) kedua-dua padi dan ikan keli.

9.2. LATAR BELAKANG

Di Malaysia, keli merupakan spesies ikan bukan asli dan telah diperkenalkan melalui akuakultur dari Thailand antara tahun 1986 – 1989. Ia pertamanya dikesan pada tahun 1987 dengan pengeluaran tahunan sebanyak 6.46 tan metrik dan ini telah berkembang secara beransur-ansur sejak itu. Dalam tempoh dua dekad yang lalu, industri ini telah berkembang dengan pesat untuk menjadi ikan sirip yang paling banyak dihasilkan di air tawar atau payau, apabila ia mengatasi tilapia merah (iaitu pada tahun 2008) yang sebelum ini paling banyak diusahakan seperti yang dinyatakan dalam statistik perikanan tahunan 1995 – 2015 oleh Jabatan Perikanan Malaysia (DOF). Jumlah nilainya ialah RM223,056 (USD51,271) dan

menyumbang sebanyak 10% daripada jumlah pengeluaran akuakultur iaitu kira-kira 45.19% daripada pengeluaran akuakultur air tawar (Dauda et al. 2018). Industri ini telah mengalami fasa turun naik selama bertahun-tahun. Pada masa kini, industri ternakan keli telah mencapai pengeluaran sehingga 28,000 tan metrik per tahun (direkodkan secara rasmi) namun nilai pengeluaran dijangka melebihi statistik yang direkodkan. Maklumat asas terkini keluasan dan pengeluaran ternakan keli di Malaysia pada tahun 2019 boleh dirujuk dalam *Jadual 9.1*.

Jadual 9.1: Maklumat asas keluasan dan pengeluaran ternakan keli di Malaysia, 2019

Keluasan ternakan keli	Bilangan pengusaha	
	Ternakan	Pembenihan
154,354 ha	162 orang	5 orang
	Bilangan unit (kolam)	
	1450	594
Jumlah pengeluaran keli	28,473.91 mt (DOF, 2020)	

Terdapat usaha dalam mengintegrasikan tanaman padi bersama ikan keli bagi memaksimumkan ruang pertanian sedia ada di samping meningkatkan nilai pendapatan pengusaha ternakan keli. Pelbagai manfaat yang didokumenkan dalam kajian cuba diterjemahkan secara fizikal. Sehubungan itu, satu kajian telah dirangka untuk mengenal pasti manfaat dan implikasi sistem pengeluaran padi yang berintegrasi ternakan keli. Secara umumnya kajian yang dijalankan adalah bagi menganggarkan prestasi manfaat monetari yang boleh didapati sekiranya tanaman padi diintegrasikan bersama dengan kolam ternakan keli sedia ada. Hipotesis kajian adalah terdapat peningkatan pendapatan bagi pengusaha yang melaksanakan sistem integrasi padi-ikan keli berbanding dengan hanya mengusahakan ternakan keli sahaja.

9.3. METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini dijalankan dengan menggunakan reka bentuk eksperimen oleh penyelidik teknikal yang menggunakan dua senario berbeza di kawasan PPA Jitra di Kedah. Hal ini demikian kerana eksperimen secara terkawal dalam kuadrat kecil menunjukkan terdapat potensi bagi kedua-dua kategori penghasilan padi yang mana kedua-duanya menggunakan sistem batas terapung. Pembinaan rakit terapung ($1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 0.2\text{ m} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$) adalah berbentuk segi empat dan segi tiga seperti diterangkan dalam *Jadual 9.2*, memperincikan kedua-dua senario terlibat. Prosedur penanaman padi yang dijalankan adalah tanpa penggunaan bahan kimia seperti yang terkandung dalam baja dan racun konvensional dengan penggunaan bahan input yang mesra alam sekitar bagi memastikan kesan negatif yang minimum terhadap hidupan air yang diintegrasikan iaitu keli.

Jadual 9.2: Perbezaan senario penghasilan padi dalam sistem batas terapung di atas kolam tanah ternakan keli

Senario	Perincian	mt/ha	Pemutuan 20%
Senario 1			
Jarak penanaman (sistem penanaman segi empat)	30 cm × 18 cm		
Bilangan rumpun dalam m ² : 18	180,000/ha		
Bilangan perdu per hektar sawah (70%)	126,000/ha	4.53	3.624
Hasil padi: 126,000 × 18 anak tangkai × 2 g berat tangkai padi	4,536 kg		
Senario 2			
Jarak penanaman (sistem penanaman segi tiga)	15 cm × 15 cm		
Bilangan rumpun dalam m ² : 44	440,000/ha		
Bilangan perdu per hektar sawah (70%)	308,000/ha	11.09	8.872
Hasil padi: 308,000 × 18 anak tangkai × 2 g berat tangkai padi	11,088 kg		

Berdasarkan *Jadual 9.3*, anggaran hasil daripada ternakan ikan keli (kolam tanah) ialah RM13,600 bagi keluasan kolam 13,500 meter persegi dengan integrasi penanaman padi yang dianggarkan memperoleh hasil sebanyak RM4,348.80 bagi senario 1 dan RM10,646.40 bagi senario 2 selepas pemutuan pada kadar 20%. Terdapat dua senario hasil daripada penanaman padi menggunakan batas terapung dengan integrasi ikan keli. Anggaran hasil daripada penanaman padi senario 1 ialah sebanyak 3,624 kg/ha. Bagi senario 2 pula, dianggarkan penghasilan padi boleh mencapai 8,872 kg/ha semusim (*Jadual 9.2*). Selaras dengan pertambahan penghasilan padi, kos input juga direkodkan meningkat dengan pertambahan cawan/tabung tanaman padi yang bertambah.

Jadual 9.3: Anggaran kos integrasi ternakan keli dan penanaman padi

Sistem	Luas (m ²)	Anggaran output (kg)	Kos peralatan/operasi (RM)	Kos input (RM)	Harga (RM)	Anggaran hasil (RM)
Kolam tanah (Senario 1)						
Keli	13,500	1,700	RM860.00	RM1,800.00	RM8.00	RM13,600.00
Padi ^a	10,000	3,624	RM270.00	RM6,842.00	RM1.20	RM4,348.80
Kolam tanah (Senario 2)						
Keli	13,500	1,700	RM860.00	RM1,800.00	RM8.00	RM13,600.00

Padi ^a	10,000	8,872	RM540.00	RM11,117.33	RM1.20	RM10,646.40
-------------------	--------	-------	----------	-------------	--------	-------------

Nota: ^a = jumlah hasil padi setelah pemutuan pada 20%

Perincian manfaat monetari yang akan ditunjukkan adalah dengan pertimbangan pertambahan kos bagi mengintegrasikan penanaman padi ke dalam ternakan ikan keli dengan batas terapung. Kaedah yang digunakan bagi kajian ini menggunakan anggaran perbelanjaan separa bagi kedua-dua sistem penanaman padi berintegrasi keli dan daya maju pengeluaran bagi kedua-duanya. Pendapatan bersih ialah nilai wang yang tinggal selepas jumlah kos ditolak daripada jumlah hasil. Dalam pendekatan belanjawan separa, perubahan dalam pendapatan bersih ialah perbezaan antara perubahan dalam jumlah hasil (faedah) dan perubahan dalam jumlah kos (implikasi). Pada sebelah kiri, faedah terdiri daripada peningkatan pulangan yang diperoleh daripada hasil tambahan manakala pengurangan kos ditentukan daripada pengurangan kos berubah akibat perubahan yang dilaksanakan (Soha 2014; Rahim et al. 2021). Pada sebelah kanan, implikasi terdiri daripada pengurangan pulangan dan peningkatan kos untuk mengukur sebarang pengurangan hasil dan peningkatan kos akibat perubahan, masing-masing.

9.4. DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

9.4.1 Penganggaran perbelanjaan separa

Anggaran perbelanjaan separa merangkumi kedua-dua senario bagi menunjukkan pulangan manfaat yang didapati untuk tanaman padi sekiranya diintegrasikan bersama ternakan keli. Dengan andaian penghasilan monetari daripada ternakan keli adalah sama, lebih faedah per hektar (-/+ daripada penanaman padi merupakan indikator awal yang boleh digunakan untuk menentukan sama ada integrasi padi ikan keli merupakan inisiatif yang berbaloi ataupun tidak.

Senario 1

Berdasarkan *Jadual 9.4a*, integrasi penanaman padi dengan keluasan 10,000 m² dan keli dengan batas terapung untuk senario 1 menunjukkan pulangan negatif sebanyak RM2,823.20. Pulangan negatif ini disebabkan oleh peningkatan nilai faedah RM4,348.80 adalah berkurang berbanding dengan implikasi penambahan kos (RM7,172). Lanjutan daripada itu, analisis sensitiviti hasil padi telah ditunjukkan dalam *Jadual 9.4b* yang mana sekiranya hasil padi boleh ditingkatkan kepada jumlah minimum 5,976.67 kg/ha, penanaman padi akan mula menunjukkan manfaat monetari yang positif.

Jadual 9.4a: Perbelanjaan separa integrasi keli-padi bagi kolam tanah (batas terapung)

Ternakan keli -> ternakan keli + padi (kolam tanah batas terapung) Luas penanaman padi = 10,000 m ² /ha			
Faedah (+)		Implikasi (-)	
Peningkatan pulangan (RM)		Pengurangan pulangan (RM)	
Hasil (kg) selepas pemutuan 20%	3,624		
Harga padi (RM/kg)	1.20		
Harga subsidi padi (RM/kg)	0		
Jumlah pulangan (RM)	4,348.80	Jumlah pulangan (RM)	0
Pengurangan kos (RM)		Penambahan kos (RM)	
i) Kos tetap	0	i) Kos tetap	5,600.00
ii) Kos berubah	0	ii) Kos berubah	1,572.00
Jumlah pengurangan	4,348.80	Jumlah pertambahan	7,172.00
Jumlah faedah	4,348.80	Jumlah implikasi	7,172.00
Faedah per hektar (RM)			-2,823.20

Jadual 9.4b: Analisis sensitiviti hasil padi manfaat monetari integrasi keli-padi bagi kolam tanah

Hasil padi (kg)	3,624	4,500	5,500	5,976.67
Faedah per hektar (RM)	-2,823.2	-1,772	-572	0.0

Total faedah - Total implikasi = Faedah per kolam

(Hasil padi × harga) - (Kos tetap + kos berubah) = 0 (*Break even point*)

$$x (1.20) - (5,600 + 1,572) = 0$$

$$1.20x = 7,172$$

$$x = 7,172/1.20$$

$$x = 5,976.67$$

Senario 2

Integrasi penanaman padi dengan keluasan 10,000 m² dan keli dengan batas terapung untuk senario 2 pula turut memberikan pulangan negatif sebanyak RM1,130.93. Faedah peningkatan faedah sebanyak RM10,646.40 adalah berkurang berbanding dengan implikasi penambahan kos RM11,777.33 menyebabkan manfaat monetari menjadi negatif (*Jadual 9.5a*). Bagi mengenal pasti nilai minimum hasil padi bagi memastikan manfaat monetari yang positif, analisis sensitiviti hasil padi telah ditunjukkan dalam *Jadual 9.5b*. Sekiranya hasil padi

boleh ditingkatkan kepada jumlah minimum 9,814.44 kg/ha, penanaman padi akan mula menunjukkan manfaat monetari yang positif.

Jadual 9.5a: Perbelanjaan separa integrasi keli dan padi bagi kolam tanah (batas terapung)

Ternakan keli -> Ternakan keli + padi (kolam tanah batas terapung) Luas penanaman padi = 10,000 m ² /ha			
Faedah (+)		Implikasi (-)	
Peningkatan pulangan (RM)		Pengurangan pulangan (RM)	
Hasil (kg) selepas pemutuan 20%	8,872		
Harga padi (RM/kg)	1.20		
Harga subsidi padi (RM/kg)	0		
Jumlah pulangan (RM)	10,646.40	Jumlah pulangan (RM)	0
Pengurangan kos (RM)		Penambahan kos (RM)	
i) Kos tetap	0	i) Kos tetap	8,633.33
ii) Kos berubah	0	ii) Kos berubah	3,144.00
Jumlah pengurangan	10,646.40	Jumlah penambahan	11,777.33
Jumlah faedah	10,646.40	Jumlah implikasi	11,777.33
Faedah per hektar (RM)		-1,130.93	

Jadual 9.5b: Analisis sensitiviti hasil padi terhadap manfaat monetari integrasi keli dan padi bagi kolam tanah

Hasil padi (kg)	8,872	9,000	9,500	9,814.44
Faedah per hektar (RM)	-1,130.93	-977.33	-377.33	0.0

Total faedah - Total implikasi = Faedah per kolam

(Hasil padi × harga) - (Kos tetap + kos berubah) = 0 (*Break even point*)

$$x (1.20) - (8,633.33 + 3,144) = 0$$

$$1.20x = 11,777.33$$

$$x = 11,777.33/1.20$$

$$x = 9,814.44$$

9.4.2 Daya maju pengeluaran integrasi padi ikan keli

Analisis daya maju pengeluaran dijalankan bagi memperincikan pendapatan bersih, kos pengeluaran dan keuntungan bersih apabila integrasi padi ikan dilaksanakan. Perincian dipecahkan kepada padi dan ikan secara bersendirian manakala pengiraan daya maju dijalankan bagi aktiviti integrasi ikan keli dan tanaman padi. Andaian usia ekonomik dan parameter berkaitan disenaraikan dalam jadual seperti di bawah. Senario 1 sahaja telah dianalisis selepas penelitian lanjut penyelidik teknikal dalam eksperimen yang telah dijalankan manakala analisis lanjut senario 2 tidak dilaksanakan kerana pertambahan input didapati berkadar terus dengan pertambahan hasil. Sekiranya tiada penjimatan input sama ada melalui inovasi struktur penanaman atau material lain, tiada perbezaan yang ketara dari segi hasil padi dapat diharapkan.

Kitaran usia ekonomik ikan keli dianggarkan sekitar 90 hari atau sebulan dengan keluasan satu kolam berukuran 13,500 m² akan mampu memuatkan sekitar 10,000 ekor keli pada satu-satu masa. Purata berat yang kebiasaannya dijual ke pasaran adalah sekitar 0.2 kg per ikan keli. Sekiranya keseluruhan penghasilan daripada satu unit kolam dapat dilepaskan ke pasaran maka hasil kasar yang didapati ialah 2,000 kg dengan anggaran hasil bersih sebanyak 1,700 kg selepas ditolak kadar mortaliti (*Jadual 9.6a*).

Jadual 9.6a: Andaian karakteristik/faktor-faktor ternakan keli dalam pengeluaran integrasi padi ikan

Perkara	Jumlah	Unit
Usia ekonomik ternakan keli	3	bulan
Persediaan	0.01	bulan
Keluasan (13,500 m ²)	1	kolam
Jarak ternakan	n.a.	-
Kepadatan ternakan	10,000	ikan
Jumlah kolam	1	unit
Kepadatan ternakan (keseluruhan)	10,000	pokok
Mula dijual	90	HLT
Hasil/ikan	0.20	kg
Hasil kasar	2,000.00	kg
Hasil bersih (anggaran hasil boleh guna)	1,700.00	kg

Nota: HLT = Hari lepas tanam/ternak

Sumber: Data primer, 2021

Purata kitaran ekonomik padi ialah 3.5 bulan. Dalam integrasi bersama ikan keli, keluasan tanaman padi yang akan ditempatkan di permukaan kolam dengan batas terapung merangkumi 75% daripada keluasan kolam. Ruangan 25% bakinya adalah untuk kegunaan teknikal sepanjang pengeluaran ikan keli seperti untuk memudahkan penyelenggaraan dan penuaian hasil ikan. Sebanyak 126,000 perdu pokok boleh dihasilkan dengan jarak tanaman 30 cm × 18 cm menggunakan batas yang direka. Purata hasil bersih padi dengan purata potongan 20% ialah sebanyak 4.5 tan metrik per kolam (*Jadual 9.6b*).

Jadual 9.6b: Andaian karakteristik/faktor-faktor tanaman padi dalam pengeluaran integrasi padi ikan

Perkara	Jumlah	Unit
Usia ekonomik tanaman padi	3.5	bulan
Persediaan	0.01	bulan
Keluasan (10,000 m ²)	0.75	kolam
Jarak tanaman	30 cm × 18 cm	-
Kepadatan tanaman	126,000	perdu
Jumlah hasil	18	g/perdu
Kepadatan tanaman (keseluruhan)	2,268,000	perdu/kolam
Mula dijual	100	HLT
Hasil/padi (kg)	0.00	kg
Hasil kasar	4,536.00	kg
Hasil bersih (anggaran hasil boleh guna)	3,624.00	kg

Nota: HLT = Hari lepas tanam/ternak

Sumber: Data primer, 2021

Analisis lanjutan kos faedah dijalankan menunjukkan titik pulang modal (TPM) dan daya maju kewangan bagi ikan keli per kitaran adalah pada RM776.40 (97 kg) dengan purata harga jualan keli semasa ialah RM8/kg dan purata kos berubah ialah RM6/kg. Manakala TPM bagi tanaman padi adalah pada 1.85 tan yang bersamaan dengan RM2,220.97/kolam bagi satu kitaran. Kos tetap yang ditanggung tanaman padi secara integrasi menunjukkan nilai yang agak besar per kolam. Hal ini demikian kerana struktur batas terapung yang memerlukan permulaan modal bagi memastikan batas direka dengan baik dan boleh digunakan.

Namun perlu diingat bahawa keseluruhan penghasilan yang diambil kira adalah secara bersama yang mana lebihan manfaat penghasilan daripada pengeluaran keli menampung penghasilan yang tidak berdaya saing tanaman padi seperti diperincikan dalam *Jadual 9.5a* dan *5b* sebelum ini. Integrasi padi ikan keli didapati boleh memberi pulangan yang baik dengan nisbah faedah kos atau *Benefit Cost Ratio* (BCR) ialah 1.27 dengan anggapan setiap

RM1 yang dilaburkan akan memperoleh pulangan sebanyak RM0.27. Tempoh pulang modal dianggarkan pada 3 – 4 pusingan (*Jadual 9.7*).

Jadual 9.7: Titik pulang modal dan indikator daya maju kewangan pengeluaran integrasi padi-ikan keli

TITIK PULANG MODAL	
Ternakan keli integrasi	
Jumlah kos tetap (RM)	240.00
Purata harga (RM/kg)	8
Purata kos berubah (RM/kg)	6
TPM (unit kg)	97.050
TPM (unit jualan)	776.40
Tanaman padi integrasi	
Jumlah kos tetap (RM)	1,587
Purata harga (RM/kg)	1.20
Purata kos berubah (RM/kg)	0.34
TPM (unit kg)	1.85
TPM (unit jualan)	2,220.97
INDIKATOR DAYA MAJU KEWANGAN INTEGRASI PADI-IKAN KELI	
Nilai kini bersih (NPV) @5%	16,136.58
Kadar pulangan dalaman (IRR)	0.76
Nisbah faedah kos (BCR) @5%	1.27
Tempoh pulang modal (pusingan)	3.24

9.5. KESIMPULAN

Penggunaan material dalam bahan input yang mahal dan penghasilan padi yang sederhana merupakan antara penyumbang terhadap kos pengeluaran yang tidak ekonomi bagi penanaman padi secara integrasi dengan ikan keli menggunakan batas terapung pada kolam tanah. Kos input yang efisien dalam sesuatu Inovasi sangat diperlukan bagi memastikan kos pengeluaran padi secara integrasi menunjukkan manfaat monetari yang positif. Analisis perbelanjaan separa dan daya maju pengeluaran menunjukkan tiada impak positif yang signifikan daripada integrasi penanaman padi terhadap pertumbuhan ikan keli sama ada secara langsung atau; secara tidak langsung di samping tiada peningkatan manfaat monetari atau peningkatan hanyalah dalam skala yang sangat kecil.

Namun begitu perkongsian tenaga buruh mungkin berupaya mengurangkan kos sekiranya kedua-dua padi dan ikan keli berkongsi kos buruh dan juga dengan anggapan tenaga buruh mempunyai kemahiran menguruskan kedua-dua ternakan ikan dan penanaman padi secara serentak. Dengan demikian, kos buruh yang dikongsi akan mengurangkan sedikit kos pengeluaran. Hal ini demikian kerana tugas atau skop kerja yang perlu dilakukan adalah sangat berbeza bagi ikan keli dan tanaman padi. Inovasi dalam rekaan struktur batas terapung tanaman padi didapati menguasai sebahagian besar pecahan kos dengan ini meminimumkan manfaat yang diperolehi daripada sistem pengeluaran secara integrasi padi-ikan keli ini. Dengan meminimumkan kos rekaan struktur di samping peningkatan hasil padi yang signifikan, maka integrasi padi-ikan keli adalah satu aktiviti integrasi ekonomi yang lumayan dan menguntungkan.

Walaupun perkongsian buruh jika dikira secara monetari berkemungkinan untuk menunjukkan potensi pulangan yang positif, kajian lanjut impak terhadap persekitaran hasil integrasi padi dan ikan sebagai sebahagian pendekatan mitigasi untuk perubahan persekitaran yang kritikal masa kini adalah sangat penting. Penstrukturan dua komoditi besar pertanian ini dijangka mampu memberi impak yang signifikan terhadap kelestarian persekitaran di samping menjana pendapatan kepada pengusahanya. Integrasi padi ikan pada akhirnya dapat dijadikan contoh ekonomi hijau ataupun *circular economy*.

9.7. RUJUKAN

- Ahmed, N. dan Garnett, S.T. (2011). Integrated rice-fish farming in Bangladesh: Meeting the challenges of food security. *Food Security* 3(1): 81 – 92
- Ahmed, N. dan Turchini, G.M. (2021). The evolution of the blue-green revolution of rice-fish cultivation for sustainable food production. *Sustainability Science* 16(4): 1,375 – 1,390
- Ahmed, N., Zander, K.K. dan Garnett, S.T. (2011). Socioeconomic aspects of rice-fish farming in Bangladesh: Opportunities, challenges and production efficiency. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 55(2): 199 – 219
- Bosma, R.H., Nhan, D.K., Udo, H.M. dan Kaymak, U. (2012). Factors affecting farmers' adoption of integrated rice–fish farming systems in the Mekong delta, Vietnam. *Reviews in Aquaculture* 4(3): 178 – 190
- Dauda, A.B., Natrah, I., Karim, M., Kamarudin, M.S. dan Bichi, A. (2018). African catfish aquaculture in Malaysia and Nigeria: Status, trends and prospects. *Fisheries and Aquaculture Journal* 9(1): 1 – 5
- Dugan, P., Dey, M.M. dan Sugunan, V.V. (2006). Fisheries and water productivity in tropical river basins: Enhancing food security and livelihoods by managing water for fish. *Agricultural Water Management* 80: 262 – 275
- Fernando, C.H. dan Halwart, M. (2000). Possibilities for the integration of fish farming into irrigation systems. *Fisheries Management and Ecology* 7(1 – 2): 45 – 54

- Fernando, C.H. (1993). Rice field ecology and fish culture: An overview. *Hydrobiologia* 259: 91 – 113
- Giap, D.H., Yi, Y. dan Lin, C.K. (2005). Effects of different fertilisation and feeding regimes on the production of integrated farming of rice and prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Aquaculture Research* 36: 292 – 299
- Gurung, T.B. dan Wagle, S.K. (2005). Revisiting underlying ecological principles of rice-fish integrated farming for environmental, economical and social benefits. *Our Nature* 3: 1 – 12.
- Halwart, M. (1998). Trends in rice-fish farming. *FAO Aquaculture Newsletter* 18: 3 – 11
- Halwart, M. dan Gupta, M.V. (2004). Culture of Fish in Rice Fields. Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations and the WorldFish Center, 83 p, FAO, Rome, Italy
- Koide, J., Fujimoto, N., Oka, N., dan Mostafa, H. (2015). Rice-fish Integration in Sub-Saharan Africa The Challenges for Participatory Water Management. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ* 49(1): 29 – 36
- Kunda, M., Azim, M.E., Wahab, M.A., Dewan, S., Roos, N. dan Thilsted, S.H. (2008). Potential of mixed culture of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and self recruiting small species mola (*Amblypharyngodon mola*) in rotational rice-fish/prawn culture systems in Bangladesh. *Aquaculture Research* 39: 506 – 517
- Lightfoot, C., van Dam, A. dan Costa-Pierce, B. (1992). What's happening to rice yields in rice-fish systems? Dalam dela Cruz, C.R., Lightfoot, C., Costa-Pierce, B.A., Carangal, V.R. and Bimbao, M.P. (eds), Rice-Fish Research and Development in Asia. ICLARM Conference Proceedings 24, Manila, Philippines, pp. 177 – 183
- Little, D.C., Surintaraseree, P. dan Taylor, N.I. (1996). Fish culture in rain fed rice fields of northeast Thailand *Aquaculture* 140: 295 – 321
- Mohanty, R.K., Jena, S.K., Thakur, A.K. dan Patil, D.U. (2009). Impact of high-density stocking and selective harvesting on yield and water productivity of deepwater rice–fish systems. *Agricultural Water Management* 96(12): 1,844 – 1,850
- Mohanty, R.K., Verma, H.N. dan Brahmanand, P.S. (2004). Performance evaluation of rice–fish integration system in rainfed medium land ecosystem. *Aquaculture* 230(1 – 4): 125 – 135
- Mustow, S.E. (2002). The effects of shading on phytoplankton photosynthesis in rice-fish fields in Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90, 89 – 96
- Nabi, R. (2008). Constraints to the adoption of rice-fish farming by smallholders in Bangladesh: A farming systems analysis. *Aquaculture Economics & Management* 12: 145 – 153
- Ofori, J., Abban, E.K., Otoo, E. dan Wakatsuki, T. (2005). Rice–fish culture: An option for smallholder Sawah rice farmers of the West African lowlands. *Ecological Engineering* 24(3): 233 – 239

- Rahim, H., Ghazali, M.S.S.M., Bookeri, M.A.M., Abu Bakar, B.H., Ariff, E.E.E., Rahman, M.S.A. dan Wahab, M.A.M.A. (2021). Economic potential of rice precision farming in Malaysia: The case study of Felcra Seberang Perak. *Precision Agriculture*, 1 – 18
- Serin, T., Ariff, E.E.E., Ali, R., Halim, N.A., Zakaria, M.H., Rahim, H. dan Harun, R. (2019). Food security and sustainability: Malaysia agenda. *Malaysian Applied Biology* 48(3): 1 – 9
- Soha, M.E.D. (2014). The partial budget analysis for sorghum farm in Sinai Peninsula, Egypt. *Annals of Agricultural Sciences* 59(1): 77 – 81.
<https://doi.org/10.1016/j.aogas.2014.06.011>
- Tsuruta, T., Yamaguchi, M., Abe, S.I. dan Iguchi, K.I. (2011). Effect of fish in rice-fish culture on the rice yield. *Fisheries Science* 77(1): 95 – 106