

Artikel

Perkhidmatan Ekosistem Tanah Lembap di Paya Indah Wetlands, Selangor
(*Wetland Ecosystem Services in Paya Indah Wetlands, Selangor*)

Nor Asmalia Talib & Siti-Dina Razman Pahri*

Pusat Kajian Pembangunan, Sosial dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti
Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

*Pengarang Koresponden: sitidina@ukm.edu.my

Diserah: 15 Disember 2024

Diterima: 20 Februari 2025

Abstrak: Tanah lembap merupakan satu ekosistem yang kaya dengan biodiversiti, kepelbagaian habitat dan menyeimbangkan kitaran semulajadi ekosistem. Peranan ini memberikan manfaat secara langsung dan tidak langsung kepada manusia atau dikenali sebagai perkhidmatan ekosistem. Namun begitu, Paya Indah Wetlands (PIW) yang merupakan kawasan tanah lembap terkenal di Malaysia terletak dalam lingkungan pembangunan pesat urbanisasi dan amat terdedah kepada impak pembangunan serta pencemaran. Oleh yang demikian, kajian dijalankan bagi melihat pemahaman kumpulan sasaran iaitu kakitangan dan pengunjung mengenai perkhidmatan ekosistem yang terdapat di PIW. Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan data diperolehi daripada temu bual dengan empat orang informan dan perbincangan kumpulan berfokus bersama empat lagi informan. Data kajian dianalisis menggunakan analisis tematik. Kajian mendapati semua informan mempunyai pengetahuan mengenai jenis perkhidmatan ekosistem yang ditawarkan oleh PIW kepada manusia. Tema yang dibangunkan adalah pengeluaran hasil makanan langsung sebagai perkhidmatan pembekalan, manakala perkhidmatan kawal atur merangkumi kawalan iklim, mitigasi banjir dan habitat hidupan liar. Perkhidmatan budaya dikenalpasti adalah ekopelancongan, pendidikan, dan penyelidikan berasas konservasi. Manakala, perkhidmatan sokongan pula merangkumi fungsi kawasan tadahan air, penyerapan dan penyimpanan karbon, penyediaan habitat dan sumber makanan kepada haiwan liar. Hasil kajian ini dapat memberikan satu pengetahuan terkini mengenai tahap pemahaman informan terhadap konsep perkhidmatan ekosistem yang telah dan sedang diterapkan dalam pengurusan sedia ada PIW. Cadangan tambahbaik pengurusan berasaskan perkhidmatan ekosistem kawasan tanah lembap terutamanya di PIW adalah amat penting dan diadaptasi oleh pihak berkepentingan agar warisan semulajadi negara ini dapat dipelihara.

Kata kunci: Biodiversiti; perkhidmatan ekosistem; perubahan iklim; Paya Indah Wetlands; tanah lembap

Abstract: Wetland is an ecosystem rich in biodiversity, habitat diversity and balances the natural cycle of the ecosystem. This role provides direct and indirect benefits to humans, also known as ecosystem services. However, Paya Indah Wetlands (PIW), a well-known wetland area in Malaysia, is located within the rapid development of urbanization and is very vulnerable to the impact of development and pollution. Therefore, a study was conducted to see the target group's understanding of the ecosystem services available at PIW, namely staff and visitors. This study uses a qualitative approach, and data is obtained from interviews with four informants and focus group discussions with four other informants. The study data were analyzed using thematic analysis. The study found that all informants know the types of ecosystem services offered by PIW to humans. The theme developed is direct food production as a provisioning service, while regulating services include climate control, flood mitigation and wildlife habitat. Cultural services are identified as ecotourism,

education, and conservation-based research. Meanwhile, supporting services include the function of water catchment areas, carbon sequestration and storage, providing habitat and food sources for wild animals. The results of this study can provide recent knowledge about the informant's level of understanding of the concept of ecosystem services that has been and is being applied in the existing management of PIW. Suggestions for improved management based on ecosystem services in wetland areas, especially in PIW, are vital and adopted by stakeholders to preserve the country's natural heritage.

Keywords: Biodiversity; ecosystem services; climate change; Paya Indah Wetlands; wetland

Pendahuluan

Tanah lembap adalah ekosistem yang sangat produktif, unik dan dinamik serta menyediakan pelbagai perkhidmatan ekosistem kepada manusia. Tanah lembap ialah kawasan di mana paras air berada pada atau berhampiran permukaan, atau tanah diliputi air cetek (Mitsch & Gosselink, 2015). Tanah lembap menawarkan nilai intrinsik ekosistem dan manfaatnya merangkumi aspek alam sekitar, iklim, ekologi, sosial, ekonomi, saintifik, pendidikan, budaya, rekreasi dan sumbangan estetik kepada pembangunan mampan dan kesejahteraan manusia. Perkhidmatan ekosistem pula merujuk kepada pelbagai faedah yang disediakan oleh ekosistem untuk kesejahteraan manusia, termasuk perkhidmatan penyediaan seperti makanan dan air, perkhidmatan mengawal selia seperti kawalan iklim dan penyakit, perkhidmatan budaya seperti faedah rohani dan rekreasi, dan perkhidmatan sokongan seperti kitaran nutrien dan pembentukan tanah (Groshans et al., 2018). Konsep perkhidmatan ekosistem menjelaskan kepentingan tanah lembap dalam menyokong kehidupan manusia secara menyeluruh dari aspek ekonomi, alam sekitar dan sosial (Iriarte et al. 2010). Penilaian perkhidmatan ekosistem semakin banyak digunakan untuk menyokong dasar pengurusan alam sekitar, terutamanya berdasarkan petunjuk biofizikal dan ekonomi dalam menjelaskan hubungan antara ekosistem dan manusia (Martín-López et al., 2012; Keyue et al., 2019).

Tanah lembap di kawasan bandar cenderung menghadapi tekanan daripada penggunaan sumber air yang berlebihan serta ancaman pencemaran pada era peningkatan pertumbuhan populasi kini (Khatri, 2014). Krisis global seperti perubahan iklim menimbulkan ancaman kepada ekosistem tanah lembap ekoran daripada peningkatan suhu dan perubahan corak kerpasan yang akhirnya mengganggu keseimbangan ekosistem (Taillardat et al., 2020). Tanah lembap memainkan peranan penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon, tetapi ia juga terdedah kepada kesan perubahan iklim, seperti kenaikan paras laut dan peningkatan kekerapan kejadian cuaca ekstrem (Taillardat et al., 2020). Ancaman kemusnahan habitat, pencemaran, dan amalan pembangunan yang tidak mampan menimbulkan cabaran besar kepada pemuliharaan biodiversiti di tanah lembap (Taillardat et al., 2020).

Paya Indah Wetlands (PIW) merupakan kawasan tanah lembap terkenal di Malaysia, yang menjadi tarikan pengunjung kerana ekosistemnya yang unik dengan kepelbagaian flora dan fauna, topografi yang pelbagai, serta iklim ciri vegetatif dengan persekitaran semula jadi yang indah (Zakaria et al., 2009; Rajpar & Mohamed, 2011; Martins et al., 2021). Lokasi geografi PIW adalah bersebelahan dengan kawasan pentadbiran Putrajaya, dan ini menyerlahkan lagi kepentingannya sebagai tanah lembap bandar semula jadi dan buatan di Semenanjung Malaysia (Olaniyi et al., 2021). Namun begitu, PIW turut berhadapan dengan ancaman antropogenik seperti aktiviti perlombongan dan pembangunan pesat yang mendadak yang mendatangkan ancaman kepada perkhidmatan ekosistemnya (Nizam Zain, 2017; Lun, 2024). Tolessa et al. (2017) pula menyimpulkan bahawa aktiviti antropogenik yang pelbagai dan perubahan iklim membawa kesan negatif kepada perkhidmatan ekosistem. Kawasan PIW yang semakin tersepit dengan himpitan pembangunan disekelilingnya memerlukan satu bentuk promosi dan pengurusan berasaskan kepentingan tuntas perkhidmatan ekosistemnya yang perlu mengatasi keperluan pembangunan disekelilingnya.

Oleh yang demikian, adalah amat penting untuk melihat sama ada konsep perkhidmatan ekosistem ini difahami oleh pengguna PIW pada masa ini kerana kelestarian PIW amat bergantung kepada kepentingan perkhidmatan ekosistem dan mengekalkan kemandirian di celah-celah proses urbanisasi pesat kawasan sekelilingnya. Justeru, kajian ini dilaksanakan bagi menilai pemahaman dan pengetahuan sedia ada pengguna

mengenai konsep perkhidmatan ekosistem yang terdapat di PIW serta melihat persepsi pengguna terhadap perkhidmatan ekosistem ini. Hasil kajian ini akan dapat mengisi ruang ilmu sedia ada yang telah dilaksanakan berhubung perkhidmatan ekosistem tanah lembap di Malaysia serta membantu menambahbaik perancangan, penggubalan dasar yang berkaitan pengurusan dan penyelenggaraan tanah lembap khususnya di PIW.

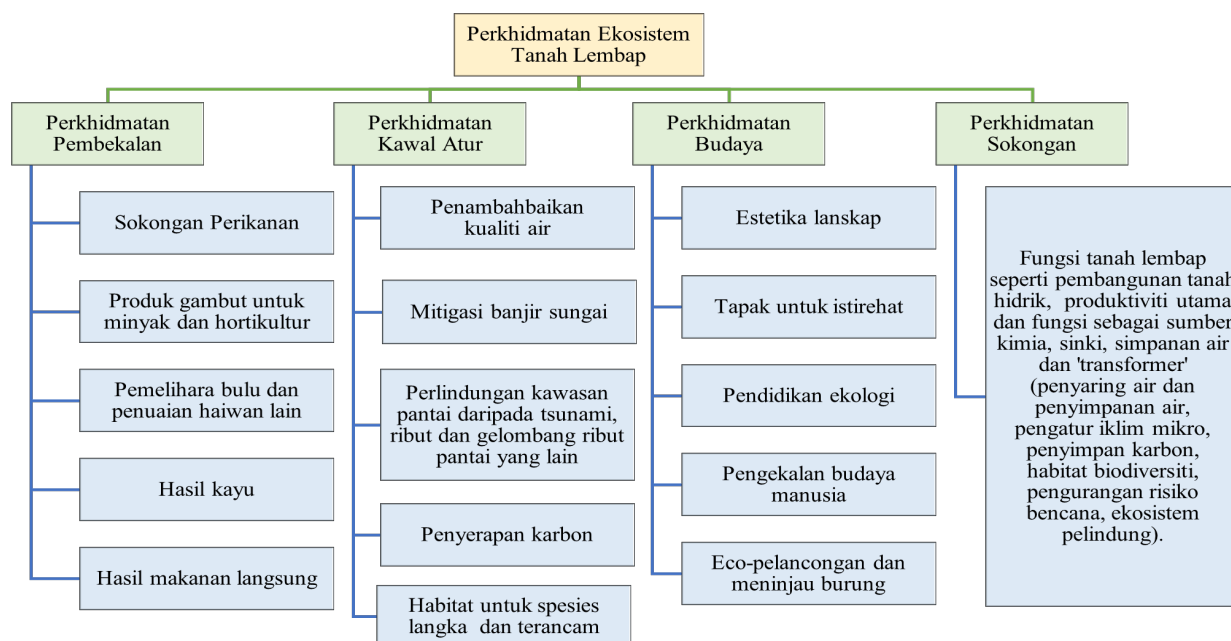
Sorotan Literatur

Ekosistem adalah persekitaran dinamik yang terdiri daripada populasi tumbuhan, haiwan, mikroorganisma dan unsur-unsur abiotik yang tersendiri. Faktor persekitaran seperti jenis tanah, landskap, iklim, ketersediaan sumber air, menentukan kewujudan sesebuah ekosistem (Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts [DEWHA], 2009). Dalam konteks ekosistem tanah lembap, masih kurang kajian dijalankan berkaitan perkhidmatan ekosistem terperinci seperti peranan tanah lembap sebagai kawasan tadahan secara keseluruhan (Lee et al., 2018). Menurut Dinsa dan Geneda (2019), tanah lembap cenderung dianggap tanah terbiar yang akhirnya menyebabkan kemerosotan tanah lembap. Kegagalan untuk mengambil kira perkhidmatan ekosistem tanah lembap dalam membuat keputusan telah mengakibatkan kemerosotan dan kerugian di seluruh negara (Khatri, 2014). Kemusnahan habitat tanah lembap membawa kepada kehilangan biodiversiti dan mengganggu hubungan ekologi yang kompleks dalam ekosistem. Di peringkat global, hampir 90% daripada tanah lembap telah terdegradasi atau hilang dan kadar kehilangan tanah lembap adalah tiga kali lebih cepat daripada hutan (Musonda, 2023). Oleh itu, terdapat keperluan mendesak untuk meningkatkan kesedaran mengenai kepentingan tanah lembap dan menggalakkan pemulihan dan pemuliharaan ekosistem berharga ini (Musonda, 2023).

Perkhidmatan ekosistem ialah manfaat secara langsung atau tidak langsung yang diperolehi manusia daripada ekosistem melalui pelbagai aspek iaitu perkhidmatan sokongan, perkhidmatan peruntukan, perkhidmatan kawalselia dan perkhidmatan budaya (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005). MEA juga telah mengklasifikasikan perkhidmatan ekosistem tanah lembap kepada perkhidmatan pembekalan, kawal atur, budaya dan perkhidmatan sokongan dengan merangkumkan perincian tertentu bagi setiap perkhidmatan tersebut (Wang et al., 2019).

Rajah 1 menunjukkan ringkasan daripada perkhidmatan ekosistem tanah lembap menggunakan kategori MEA 2005 (William et al., 2015). Perkhidmatan pembekalan dalam perkhidmatan ekosistem merujuk kepada manfaat langsung yang diperolehi manusia daripada ekosistem dalam bentuk sumber semula jadi yang boleh digunakan untuk keperluan asas dan ekonomi. Perkhidmatan ini merangkumi pelbagai aspek seperti makanan iaitu hasil pertanian, perikanan, ternakan, bekalan air bersih daripada sumber semulajadi, kayu dan bahan binaan, serat semulajadi seperti bulu, sutera serta tumbuhan perubatan seperti herba dan lain-lain. Perkhidmatan kawalatur pula merujuk kepada manfaat yang diperolehi manusia daripada proses semula jadi yang membantu mengawal dan mengekalkan keseimbangan ekosistem. Perkhidmatan ini berfungsi untuk mengawal keadaan alam sekitar dan menyokong kestabilan ekologi. Ini termasuklah kualiti air, mitigasi banjir, perlindungan kawasan pantai daripada bencana alam, kawalan iklim, penyerapan karbon bagi mitigasi perubahan iklim serta habitat kepada spesies langka dan terancam.

Perkhidmatan budaya pula merujuk kepada manfaat bukan material yang diperolehi manusia daripada ekosistem, seperti nilai estetika, rekreasi, inspirasi, dan warisan budaya. Perkhidmatan ini memainkan peranan penting dalam kehidupan sosial, rohani, dan ekonomi manusia kerana ia meningkatkan kualiti hidup manusia dan membantu memelihara hubungan antara manusia dan alam semula jadi. Dalam konteks perkhidmatan ekosistem tanah lembap, perkhidmatan budaya merujuk kepada nilai estetika lanskap, peranan tanah lembap sebagai tapak untuk istirehat fizikal dan minda, pendidikan ekologi, pengekalan budaya manusia dan jual ekopelancongan. Perkhidmatan sokongan pula bermaksud proses asas yang diperlukan untuk mengekalkan kehidupan di bumi dan menyokong perkhidmatan ekosistem lain seperti pembekalan, kawalatur, dan budaya. Perkhidmatan ini tidak memberikan manfaat langsung kepada manusia tetapi penting untuk kestabilan ekosistem dalam jangka panjang seperti peranan tanah lembap dalam melaksanakan kitaran nutrien, pemeliharaan tanah serta habitat kepada kepelbagaian biodiversiti. Perkhidmatan sokongan ini amat penting kerana tanpa proses-proses ini, ekosistem tidak dapat berfungsi dengan baik, sekali gus menjejaskan perkhidmatan ekosistem lain yang bergantung kepadanya.



Rajah 1. Perkhidmatan ekosistem tanah lembap berdasarkan kategori *Millennium Ecosystem Assessment* (2005)
Sumber: William et al. (2015)

Secara umumnya, tanah lembap sangat penting untuk pemuliharaan biodiversiti dan habitat penting bagi hidupan liar termasuk spesies terancam (Bruford et al., 2010). Tanah lembap juga menjadi habitat penting untuk burung air yang memerlukan ketersediaan air dan sumber makanan, serta perlindungan daripada pemangsa (Martins et al., 2021). Kepentingan tanah lembap juga penting untuk pemuliharaan burung botak padi dan diiktiraf sebagai habitat penting untuk perlindungan pelbagai spesies di Malaysia (Zakaria et al., 2022). Pemuliharaan tanah lembap di Malaysia disokong oleh rangka kerja perundangan yang bertujuan untuk melindungi ekosistem yang berharga ini (Ibrahim et al., 2012; Hoe & Chong, 2021). Kajian oleh Shaharuddin et al. (2014) pula menunjukkan kesan pencemaran yang dibawa oleh banjir kilat di bandar boleh ditangani dengan menggunakan tanah lembap buatan. Pendekatan ini dilihat dapat meningkatkan keselamatan air secara positif untuk manusia, ekosistem dan kepelbagaian biologi spesies.

Kepentingan tanah lembap di Malaysia dijelaskan lagi dengan penilaian berasaskan ekonomi sumber dan kesediaan pengguna untuk membayar pemuliharaan tanah lembap (Siew et al., 2015; Sharip & Noor, 2021). Selari dengan krisis global era kini iaitu perubahan iklim, tanah lembap turut memainkan peranan penting dalam penyesuaian dan mitigasi perubahan iklim dengan menyumbang kepada perlindungan sumber tanah, berdaya tahan terhadap perubahan iklim dan boleh membekalkan data dan asas saintifik kepada pihak pembuat keputusan (Loesch et al., 2012; Tong et al., 2014; Ivčević et al., 2021). Penilaian tanah lembap di bawah senario perubahan iklim dan potensi keberkesannya dalam mengurangkan aliran tinggi di kawasan tadahan air menyerlahkan peranannya dalam penyesuaian perubahan iklim dan pengurusan sumber air (Yan et al., 2015). Namun begitu, perubahan iklim turut berupaya mengancam kemandirian tanah lembap dan terdapat jangkaan penurunan taburan tanah lembap dari semasa ke semasa (Zhao et al., 2018). Penilaian ekonomi juga adalah penting dan perlu untuk perkhidmatan ekosistem tanah lembap bagi memperlihatkan lagi kepentingannya dalam mitigasi dan penyesuaian perubahan iklim, pengurangan risiko bencana, penyimpanan karbon, dan juga pembersihan air (Walters & Babbar-Sebens, 2016; Dang et al., 2022).

PIW merupakan kawasan tanah lembap penting yang menyediakan pelbagai perkhidmatan ekosistem di mana ia terkenal dengan kepelbagaian biologi, habitat untuk kepelbagaian biodiversiti flora dan fauna, memainkan peranan penting dalam tebatan banjir, pembersihan air, dan kawalatur iklim, serta sumbangannya kepada kelestarian alam sekitar dan kesejahteraan manusia (Rajpar & Mohamed, 2011; Siew et al., 2015; Abdulkareem et al., 2018; Olaniyi et al., 2022). PIW merupakan kawasan bekas perlombongan bijih timah, hutan paya gambut dan tasik air tawar yang kini telah dipulihara dan dipelihara menjadi salah satu pusat

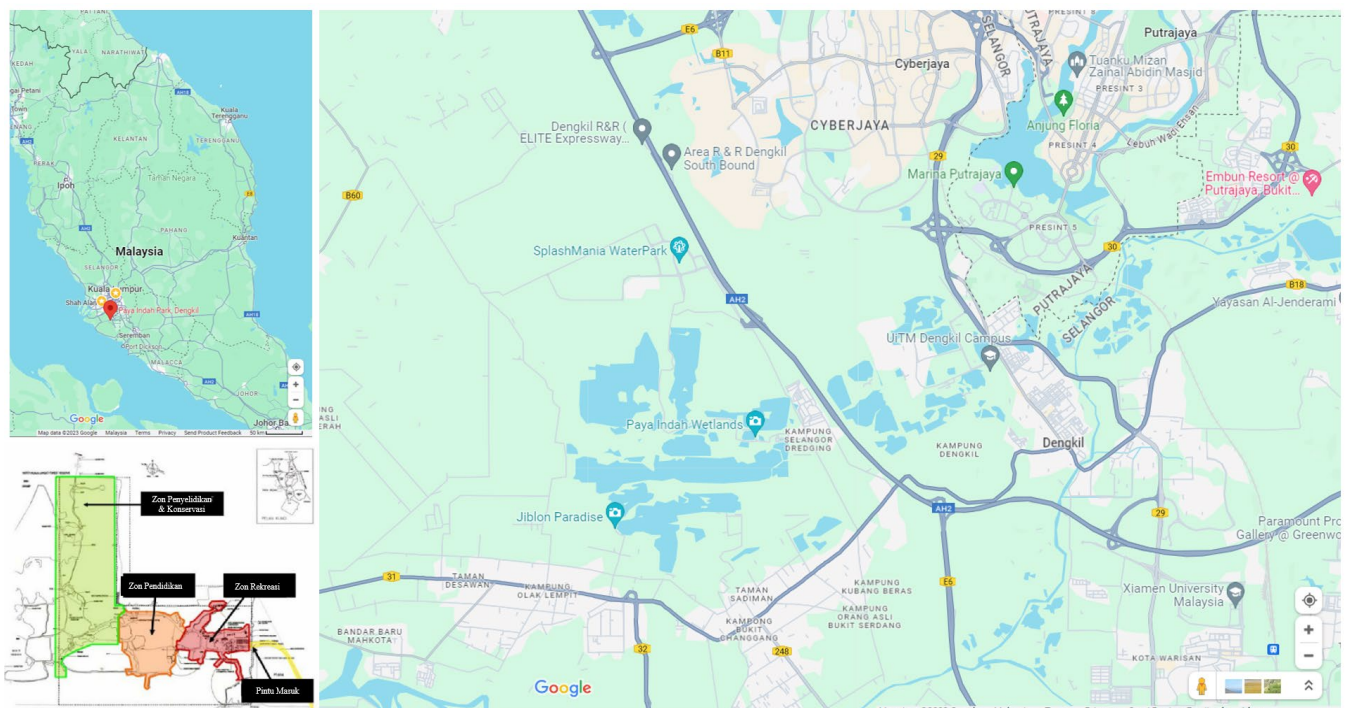
ekopelancongan terkemuka di daerah Kuala Langat sejak tahun 1991. Pengurusan PIW pada masa kini dibahagikan kepada 3 zon utama iaitu Zon Konservasi dan Penyelidikan, Zon Pendidikan dan Zon Rekreasi yang menawarkan pelbagai aktiviti berasaskan alam sekitar kepada pelancong.

Aktiviti manusia merupakan gangguan utama terhadap tanah lembap ekoran daripada pertumbuhan penduduk dan pembangunan ekonomi yang memberi kesan negatif kepada perkhidmatan ekosistem tanah lembap di Malaysia (Liu et al., 2022). Pada masa ini, pelbagai inisiatif telah diadakan untuk pemuliharaan biodiversiti tanah lembap merangkumi aspek undang-undang, tadbir urus dan penyelidikan. Penggunaan tanah lembap secara lestari seperti yang dipandu oleh Konvensyen Ramsar mengenai Tanah Lembap akan menjadi kritikal dalam membantu negara mencapai sasaran Matlamat Pembangunan Mampan (SDG). Komuniti global melihat kesan perubahan iklim secara konsisten telah menjejaskan pengurusan ekosistem tanah lembap yang seterusnya meningkatkan keperluan pengurusan lestari ekosistem tanah lembap di peringkat dunia dan tempatan (MEA, 2005; Amponin et al., 2007; Ridsdale & Noble, 2016; Pardoe et al., 2020; Laltaika, 2022). Oleh yang demikian, dapat dirumuskan bahawa kefahaman semua pihak mengenai kepentingan perkhidmatan ekosistem merupakan faktor penting bagi mengekalkan sesebuah kawasan tanah lembap dan pemahaman ini perlu dikekalkan dan dipertingkatkan bagi menjamin kelestarian tanah lembap di masa hadapan.

Metodologi

1. Kawasan kajian

Paya Indah Wetlands (PIW) terletak di daerah Kuala Langat, Selangor, Semenanjung Malaysia dalam lingkungan $101^{\circ}36.39'E$ hingga $101^{\circ}36.85'E$ longitud dan $2^{\circ}51.35'U$ hingga $2^{\circ}51.59'N$ latitud, bersebelahan dengan kawasan pentadbiran Putrajaya (Rajpar et al., 2017). PIW merupakan rizab tanah lembap yang penting (Meli et al., 2014) dan merupakan buatan manusia yang dahulunya adalah tapak perlombongan yang luas dan yang pertama dicadangkan untuk pemuliharaan pada tahun 1997. Lokasi PIW berada kira-kira 50 km dari Kuala Lumpur, 15 km dari Lapangan Terbang Antarabangsa Kuala Lumpur (KLIA) dan 4 km dari Dengkil menjadikan kawasan ini terletak di lokasi yang mudah untuk dikunjungi (Siew et al., 2015). PIW mempunyai lima kelas guna tanah/tutup tanah yang dominan berdasarkan kepada keadaan dan struktur tumbuh-tumbuhan sedia ada iaitu paya paya, paya teratai, badan air terbuka (tasik), kawasan lapang (daratan) dengan pokok berselerak, dan belukar (Zakaria et al., 2009; Rajpar et al., 2017). Rajah 2 menunjukkan peta lokasi PIW.



Rajah 2. Peta menunjukkan lokasi Paya Indah Wetlands (PIW) di daerah Kuala Langat, Selangor, Malaysia

2. Kutipan data dan Analisis Data

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif di mana data primer dikumpul melalui temu bual dan perbincangan kumpulan berfokus (FGD). Pembangunan instrumen borang temubual separa berstruktur telah disemak dan disahkan oleh pakar. Informan dalam kajian ini ialah dua orang kakitangan PIW dan dua orang pengunjung bagi temubual, diikuti empat orang kakitangan PIW secara kumpulan perbincangan berfokus. Data sekunder juga dikumpul melalui laporan daripada agensi kerajaan, laman web, dan kajian lepas. Analisis kandungan dilaksanakan bagi mendapatkan pandangan yang baharu serta meningkatkan kefahaman penyelidik mengenai kajian yang dijalankan (Rabeah Adawiyah Baharudin et al., 2023). Data kualitatif dianalisis secara tematik bagi proses pembentukan kod, kategori dan tema hasil kajian.

Hasil Kajian

1. Demografi Informan

Kajian ini telah melibatkan empat orang informan bagi kaedah temubual yang terdiri daripada kakitangan dan pengunjung PIW. Jadual 1 menunjukkan maklumat demografi bagi semua informan. Kedua-dua kakitangan PIW mempunyai Ijazah Sarjana Muda sebagai pendidikan tertinggi dan berpengalaman dalam sektor kerajaan selama 13 tahun bagi informan A1 dan 15 tahun bagi informan A2 sebelum kedua-duanya terlibat dengan pengurusan PIW bermula hampir 2 tahun (A1) dan 5 tahun (A2) yang lepas. Kedua-dua pengunjung PIW pula mempunyai Ijazah Sarjana sebagai pendidikan tertinggi, telah berkahwin serta merupakan pekerja dalam bidang radiologi dan kewangan. Informan A3, merupakan pengunjung kali pertama ke PIW, manakala informan A4 lebih berpengalaman dan merupakan pengunjung kali ketiga ke PIW.

Jadual 1. Maklumat demografi informan temubual

Bil	Kod Nama	Jantina	Umur	Taraf Pendidikan	Pekerjaan	Peranan
1	A1	Lelaki	36 tahun	Ijazah Sarjana Muda	Kerajaan	Kakitangan PIW
2	A2	Lelaki	42 tahun	Ijazah Sarjana Muda	Kerajaan	Kakitangan PIW
3	A3	Perempuan	35 tahun	Ijazah Sarjana	Swasta	Radiologi
4	A4	Perempuan	45 tahun	Ijazah Sarjana	Swasta	Kewangan

Pada peringkat kedua, seramai empat orang informan lagi diperolehi melalui kaedah kumpulan perbincangan berfokus (FGD) seperti ditunjukkan dalam Jadual 2. Tujuan FGD dilaksanakan adalah untuk mendapatkan maklumat yang lebih terperinci mengenai pemahaman terhadap konsep perkhidmatan ekosistem yang diaplikasikan dalam pengurusan PIW.

Jadual 2. Maklumat demografi informan FGD

Bil	Kod Nama	Jantina	Umur	Taraf Pendidikan	Pekerjaan	Peranan
1	B1	Lelaki	50 tahun	Diploma	Kerajaan	Kakitangan PIW
2	B2	Lelaki	29 tahun	Ijazah Sarjana	Kerajaan	Kakitangan PIW
3	B3	Lelaki	34 tahun	SPM	Kerajaan	Kakitangan PIW
4	B4	Lelaki	36 tahun	Ijazah Sarjana	Kerajaan	Kakitangan PIW

2. Penentuan Kategori, Kod Dan Tema Bagi Perkhidmatan Ekosistem PIW

Kajian ini telah dilaksanakan mengikut pendekatan kualitatif di mana kata kunci berkaitan perkhidmatan ekosistem telah dijadikan panduan dalam membangunkan item-item semasa temubual dilaksanakan. Data telah ditukar ke bentuk verbatim dan analisis tematik telah dijalankan bagi melihat kategori, kod dan tema yang dibangunkan seperti di Jadual 3.

Jadual 3. Ringkasan kategori, kod dan tema daripada temubual dan FGD

Kategori	Kod	Tema
• Pokok buah-buahan	Hasil makanan langsung	Perkhidmatan Pembekalan
• Tasik	Kawalan suhu dan iklim	Perkhidmatan Kawal Atur
• Hutan		
• Litupan tumbuhan akuatik		
• Kawasan tadahan air	Mitigasi banjir	
• Kolam banjir		
• Persinggahan burung hijrah	Habitat hidupan liar	
• Habitat burung asal dan residen		
• Populasi tumbuh-tumbuhan meningkat		
• Melihat secara dekat mamalia kecil	Rekreasi dan eko- pelancongan	Perkhidmatan Budaya
• Aktiviti riadah		
• Berkelah		
• Meninjau burung		
• CSR penanaman pokok hutan dan pokok buah-buahan		
• Kerja lapangan	Pendidikan	
• Perkhemahan		
• Meninjau burung		
• Program Perkembangan (pendidikan mengenai spesies flora fauna di tanah lembap)		
• Kajian penyelidikan		
• Pemulihan ekosistem (rehabilitasi)	Penyelidikan dan Konservasi	
• Konservasi hidupan liar		
• Inventori dan penandaan pokok		
• Kawalan hidrologi	Badan air	Perkhidmatan Sokongan
• Tadahan hujan dan kolam banjir		
• Ekosistem tanah lembap		
• Meneutralkan bahan pencemar	Kitaran nutrien	
• Tumbuh-tumbuhan	Pengeluaran oksigen	
• Tasik dan tumbuh-tumbuhan	Penyerapan karbon	
• Tanah gambut	Pembentukan tanah dan penyimpanan karbon	
• Hutan		
• Tasik		
• Kurungan		
• Tangkapan hidup (babi hutan) untuk buruan harimau di MTCC	Sumber makanan hidupan liar	
• Pokok buluh		
• Pokok buah-buahan dan tumbuhan lain		

3. Perkhidmatan Pembekalan

Perkhidmatan pembekalan yang diberikan oleh PIW dapat dirumuskan sebagai hasil makanan langsung sahaja kerana status pewartaan PIW sebagai Rizab Tanah Lembap di bawah Kanun Tanah Negara. Oleh yang demikian, tiada sebarang hasil hutan dari PIW boleh dibawa keluar. Hasil makanan langsung ini merujuk kepada pokok buah-buahan yang dijadikan makanan untuk hidupan liar serta turut dijamu kepada kakitangan dan orang ramai yang berkunjung ke PIW dan terlibat dengan program CSR (*Corporate Social Responsibility*).

“Sebab sini kita banyak buat program antaranya CSR kita buat penanaman pokok. So di kawasan rekreasi ni kita dapat banyak tanam pokok buah-buahan. Syarat kita, bila kita nak buat program CSR kita nak tanam pokok, mesti kita tanam pokok pokok buah-buahan ni. Supaya nanti hasil tu kita boleh kongsi. Memberi manfaat lah sama ada untuk hidupan yang kat sini dan orang-orang kat sini”.

(B1, Lelaki, 50 tahun)

4. Perkhidmatan Kawal Atur

Perkhidmatan kawal atur yang diberikan oleh PIW adalah merangkumi aspek kawalan suhu dan iklim, mitigasi banjir kerana menjadi kawasan tadahan air dan juga habitat kepada hidupan liar. Kedudukan PIW yang secara semulajadi dikelilingi oleh 14 tasik dianggap membantu pengawalan suhu PIW yang dikatakan lebih rendah berbanding suhu di luar kawasan PIW. Keadaan ini digambarkan memberikan impak positif kepada perubahan iklim. Bahkan, perubahan iklim global dianggap tidak memberi kesan kepada PIW secara langsung kerana morfologi PIW yang terdiri daripada kawasan berair dan kawasan hutan semulajadi yang menjalankan fungsi penyejukan tersebut.

“Sebab kita adalah wetlands, kita keraplah dapat feedback daripada visitor luar dan even juga orang yang dekat dalam ni sendiri, suhu di Paya Indah dia lebih rendah berbanding suhu di luar. So banyak orang cakap nak pergi Paya Indah lah sebab Paya Indah sejuk sikit dia kata. Mungkin, sebab macam kami, kita ada 14 buah tasik yang mengelilingi Paya Indah ni, so dari segi pengawalan suhu tu dia beri impak lah sebenarnya”.
(A1, Lelaki, 36 tahun)

“...macam wetlands ni dia more banyak kawasan berair.. makananya disitu, dia menjalankan fungsi penyejukan lah maksudnya bila ada air banyak kawasan terbuka dengan air lebih banyak fungsi penyejukan udara panas tu”.
(A2, Lelaki, 42 tahun)

“...contoh seperti tasik tu kan.. dengan flora fauna yang ada dekat situ dengan dia punya kawasan hutan apa semua tu, kan membantu kita untuk mengurangkan pemanasan global yang ada dekat sini dengan carbon exchange. Dengan adanya hutan-hutan tu, dia boleh buat fotosintesis yang dapat mengurangkan apa.. pemanasan lah, area situ”.
(A3, Perempuan, 35 tahun)

“Untuk dari segi pengawalan banjir ke kawasan inilah. Kalau tempoh hari kita tengok, banjir besar yang berlaku sebelum ini kan yang dekat Sungai Langat kan, so Paya Indah tidak termasuk dalam kawasan tersebut. So.. Dekat situ kita tengok kepentingan Paya Indah sendirilah sebagai kawasan untuk tadahan air dan juga kawal perubahan iklim”.
(A1, Lelaki, 36 tahun)

Satu lagi perkhidmatan kawal atur dimiliki PIW adalah habitat kepada hidupan liar terutamanya bagi hidupan liar yang habitatnya terganggu akibat pembangunan di kawasan sekitar. Data PIW mencatatkan 235 spesies burung yang telah menjadikan PIW sebagai habitat utama. Justeru, dapat dilihat bahawa penjagaan PIW bukan sekadar bagi tujuan rekreasi malahan menjadi satu kawasan habitat yang selamat bagi habitat liar dan pengurusan lestari bagi kepelbagaian flora dan fauna adalah tunjang kepada kestabilan habitat disitu.

“Dengan adanya enrichment-enrichment yang kita jalankan.. Dia menarik lebih banyak spesies-spesies hidupan liar yang lain untuk turut bersama berada dalam Paya Indah Wetlands lah. Selain daripada itu ia memberi impakla, sebab wildlife yang kemungkinan habitatnya terganggu dekat kawasan luar sekeliling Paya Indah Wetlands ini dia ada tempat untuk dia tinggal lah, which is di Paya Indah Wetlands itu sendiri”.
(A1, Lelaki, 36 tahun)

5. Perkhidmatan Budaya

Perkhidmatan budaya yang diberikan oleh PIW merangkumi rekreasi dan ekopelancongan, pendidikan serta penyelidikan dan konservasi. Kebanyakan aktiviti rekreasi dan ekopelancongan dijalankan di Zon Rekreasi yang merupakan kawasan tarikan ekopelancongan yang menyediakan banyak aktiviti konservasi hidupan liar seperti konservasi badak air dan buaya tembaga. Aktiviti pendidikan iaitu melihat secara dekat mamalia kecil seperti landak, kura-kura dan memerang dan lain-lain haiwan didapati memberikan satu perkhidmatan yang

sangat baik dalam penyampaian ilmu konservasi kepada pelawat. Malahan, aktiviti rekreasi dan ekopelancongan ini turut memberi pendedahan dan kesedaran kepada orang ramai mengenai kepentingan tanah lembap.

“Zon Rekreasi tak luas sangat so dari segi kemasukan pelawat tu ramai. Jadi aktiviti yang kita boleh buat, suggest ialah macam untuk pelawat datang tengok binatang.. Berkelah.. Makan-makan di tepi-tepi tasik ke.. Berbasikal ke.. Apa semua.. Berjoging.. Macam tu lah”.

(B1,Lelaki,50 tahun)

“Asalnya penubuhan Paya Indah ni dia more on awareness dengan wetlands lah and then menyediakan peluang rekreasi lah kepada komuniti and then third kita punya penyelidikan lah”.

(A2,Lelaki,42 tahun)

Pengunjung turut menggemari suasana di PIW disebabkan oleh tasik-tasik dan pemandangan indah yang ada di sana, terutamanya tasik yang ditumbuhi pokok teratai dan telipok. Menurut pendapat mereka, tasik ini secara tidak langsung membantu mengimbangi suhu dengan menyejukkan kawasan sekitarnya. Pengunjung bersetuju bahawa PIW merupakan kawasan yang sesuai untuk beriadah seperti *morning walk*, berjoging, berbasikal, merentas hutan serta melakukan aktiviti rekreasi air iaitu menaiki bot atau berkayak di tasik. Namun kini, aktiviti menaiki bot dan berkayak telah dihentikan oleh PIW kerana terdapat buaya dilaporkan dilihat di tasik.

“Mostly saya datang sini untuk tracking. Trail run lah. Sebab suka nak run dengan nature. Tapi kalau aktiviti yang dibuat oleh PIW, tetapi suka naik bot juga. Pergi tasik naik bot”.

(A4, Perempuan, 45 tahun)

PIW menerima banyak manfaat daripada aktiviti rekreasi dan ekopelancongan yang dijalankan di Zon Rekreasi ini. Menerusi aktiviti-aktiviti ini, PIW bukan sahaja dapat memulihara biodiversiti, malah turut menjenamakan PIW sebagai sebuah kawasan perlindungan hidupan liar di Negeri Selangor yang juga terkenal sebagai ikon pelancongan dan destinasi bagi burung hijrah yang kebanyakan telah menjadi burung residen di PIW..

“..dengan kita enrich kita punya bio-d dan juga penjenamaan kawasan perlindungan itu sendiri menjadikan ia tarikan pelancong di Paya Indah Wetlands”.

(A1, Lelaki, 36 tahun)

PIW turut menyediakan Zon Pendidikan iaitu zon yang dikhaskan kepada aktiviti pendidikan seperti aktiviti di luar bilik darjah atau kerja lapangan. Para pelajar akan mengadaptasi pembelajaran di dalam kelas di lapangan termasuk kemudahan menara tinjau. PIW juga akan membuat tanda nama pokok-pokok dan membawa rombongan berjalan dalam hutan di Zon Pendidikan dan menerangkan mengenai spesies flora fauna terutamanya nama-nama pokok yang ditemui di sana.

“Contoh macam baru-baru ini kita dapat daripada UiTM, under Kelab Biodiversiti kalau tak silap saya. So dia ada aktiviti kelab. Which is apa yang dia belajar dekat classroom tu, dia cuba adapt di lapangan.. so lebih kepada kerja-kerja lapangan begitulah”.

(A1, Lelaki, 36 tahun)

“...dulu kita ada program dipanggil Program Perkembangan di mana kita akan berjalan dalam hutan sana dan bagi tahu nama-nama pokok. Di kawasan border Zon Penyelidikan dan Konservasi dengan Zon Pendidikan”.

(A2, Lelaki, 42 tahun)

“Menara tinjau ada di depan ni.. Untuk tengok burung-burung”

(B1,Lelaki,50 tahun)

Zon Penyelidikan dan Konservasi pula merupakan kawasan yang dikhaskan untuk tujuan rehabilitasi di mana ia dibiarkan pulih secara semula jadi. Sebagaimana yang dimaklumkan oleh A2, zon ini dibiarkan tidak diganggu dengan aktiviti rekreasi manusia atau sebarang pembangunan. Dalam tempoh beberapa tahun selepas kawasan ini menjalani rehabilitasi, banyak kehadiran hidupan liar telah dicatatkan.

“...di kawasan penyelidikan dan konservasi memang kita tak kacau so kita biar rehab kawasan ini biar dia pulih secara semulajadi lah”.

(A2, Lelaki, 42 tahun)

“And of course lepas daripada dah rehab macam ni, kita dah catat kan banyak kehadiran hidupan liar lah sebagai contoh, burung.. kita last survey, kita buat dah ada lebih kurang 235 spesies”.

(A2, Lelaki, 42 tahun)

Pengurusan aktiviti penyelidikan adalah berdasarkan kepada prosedur yang telah ditetapkan untuk mengelakkan ekosistem dan hidupan liar di kawasan ini terganggu. Justeru itu, hanya kumpulan kecil, tidak melebihi 10 orang penyelidik sahaja yang dibenarkan berada di kawasan ini dalam satu-satu masa. Hasil kajian akan diserahkan kepada PIW (Jabatan PERHILITAN) untuk tujuan simpanan dan rujukan masa hadapan dari segi pengurusan penyediaan pelan pengurusan.

“So bila kita buat pelan pengurusan, kita buat penetapan KPI, kita akan based kepada...kita akan tengok balik result-result yang dihantar kepada kita tu lah. Dia membantu kita dengan pengurusan faedah Paya Indah...” tambahya lagi.

(A1, Lelaki, 36 tahun)

Selain itu, rehabilitasi di zon ini juga dijalankan untuk mengetahui potensi tanah lembap PIW dan untuk memberi tumpuan khas kepada pembangunan ekosistem PIW. Kehadiran sarang burung tempua seperti memperlihatkan kejayaan program kosnervasi dimana burung tempua dikategorikan sebagai bio-indikator yang sensitif terhadap gangguan pembangunan di sekitarnya.

“Burung tempua pun suka buat sarang dekat pokok akasia dalam kawasan ni”, sepertimana yang didakwa oleh I2.

(B2, Lelaki, 29 tahun)

Pengunjung pula berpandangan kelebihan pembahagian zon dan peraturan yang ditetapkan dapat membantu penyelidik melaksanakan kajian dengan lebih efektif tanpa gangguan. Pengunjung turut mencadangkan penghasilan dokumentari mengenai kehidupan di tasik PIW dan fungsinya dalam mengurangkan kesan perubahan iklim dan pasti menambahkan lagi nilai estetika PIW.

“...dia bantu juga penyelidikan bagi penyelidik... bagus juga ada tempat tu untuk penyelidikan lah sebab dia membantu penyelidik-penyelidik membuat kajian seperti apa yang berkaitan lah di area situ”.

(A3, Perempuan, 35 tahun)

“Kalaulah ada study ataupun discovery yang boleh buat dekat kita punya lakes ni, berapa banyak akuatik punya spesies tu and then birds pun sama juga ni burung-burung tu. Sebab, itu kawasan-kawasan dia yang mungkin kita orang biasa ni tak tahulah. Saya rasa kalau ada buat liputan macam tu lagi best. Maknanya wetlands offers that thing, nature to be explored by the community lah”.

(A4, Perempuan, 45 tahun)

6. Perkhidmatan Sokongan

Perkhidmatan sokongan merupakan tema terakhir bagi menerangkan perkhidmatan ekosistem PIW. Peranan PIW sebagai kawasan tadahan air yang menjalankan fungsi pengawalan hidrologi, kitaran nutrien, bekalan oksigen, penyerapan dan penyimpanan karbon adalah amat penting dan berharga.

“...ini saja kawasan *waterbody* sebab saya pernah tanya lokasi penting untuk tadahan air dengan Majlis Perbandaran Kuala Langat.. Kawasan ini sahaja yang *waterbody* sebenarnya. Dia dikategorikan sebagai *wetlands*. Kawasan ini di Selangor di tengah-tengah ni. Ini saja”.

(A2, Lelaki, 42 tahun)

“*Paya Indah menjadi salah satu daripada spot penting untuk kawasan tadahan, Paya Indah sendiri dia regulate air itu sendiri untuk pengawalan banjir ke kawasan ini*”.

(A1, Lelaki, 36 tahun)

PIW turut membekalkan sumber hidupan liar untuk dijadikan buruan harimau dalam kurungan di *Malaysian Tiger Conservation Center* (MTCC) yang terletak di Pahang. Selain daripada itu, peranan PIW dalam mengurangkan kesan perubahan iklim dengan adanya tasik-tasik untuk membantu menyerap karbon termasuklah pokok-pokok di PIW yang membantu menyerap gas karbon dioksida dan membebaskan gas oksigen melalui proses fotosintesis yang dijalankan.

“*So dengan adanya tasik tu, dia akan kurangkan orang kata apa.. yang asap-asap tu.. gas karbon monoksida.. Karbon dioksida.. Saya rasa dia boleh menyerap gas karbon dioksida.. Dengan adanya flora dan fauna dekat situ dia bebaskan oksigen ya kat situ. Tukar karbon dioksida kepada oksigen area situ*”.

(A3, perempuan, 35 tahun)

Fungsi ini adalah relevan dalam konteks kawalan perubahan iklim, seperti yang dinyatakan oleh A3, kehadiran tumbuh-tumbuhan di PIW menyerap gas karbon dioksida dan membebaskan gas oksigen ke atmosfera. A4 (perempuan, petugas swasta, 45 tahun) pula menambah, selain kerana komposisi tanah gambut yang bertindak sebagai span besar dengan menyerap air dan mengawal banjir, ia juga membantu meneutralkan bahan pencemar dalam air tasik.

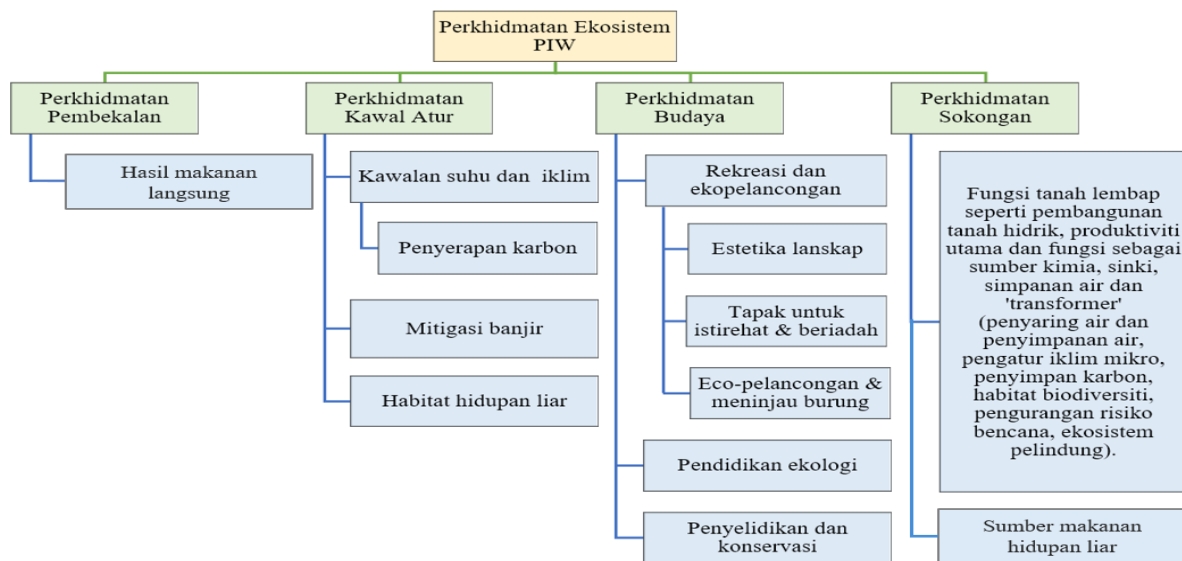
“*...wetlands ni dia secara semulajadi boleh naturalize-kan apa-apa benda asing. Kalau kita tak jaga dan terlalu kotor akan jadi effect dia balikkah*”.

(A4, perempuan, 45 tahun)

Perbincangan

Terdapat banyak kajian menekankan kepentingan tanah lembap melalui perkhidmatan ekosistem yang merangkumi kepelbagaian biodiversiti dan menyumbang kepada kesihatan ekologi (Ghermandi et al., 2010; Zhang et al., 2013; Alam, 2014; Bhatta et al., 2016; Li & Gao, 2016; Moomaw et al., 2018; Rebelo et al., 2019; Wang et al., 2019; Tecklie & Yosef, 2022). Menerusi temu bual dan FGD yang dijalankan, informan telah berkongsi maklumat dan pengetahuan mereka mengenai perkhidmatan ekosistem yang terdapat di PIW. Rajah 3 menunjukkan rumusan bahawa PIW mempunyai keempat-empat kategori perkhidmatan ekosistem tanah lembap iaitu perkhidmatan pembekalan, perkhidmatan kawal atur, perkhidmatan budaya, dan perkhidmatan sokongan.

Mengikut kajian Tecklie dan Yosef (2022), tanah lembap diiktiraf kerana nilai ekonominya yang bukan sahaja menawarkan hasil makanan langsung seperti pertanian dan perikanan, malahan meliputi penghasilan kayu balak, sumber tenaga, sumber hidupan liar, pengangkutan, rekreasi dan peluang-peluang pelancongan, sumber rumput untuk makanan haiwan, air untuk diminum, penyiraman ternakan dan pengairan, yang merupakan sumber utama mata pencarian masyarakat tempatan. Oleh kerana status PIW sebagai kawasan perlindungan, perkhidmatan pembekalan PIW sebagai sebuah ekosistem tanah lembap tidak banyak memberi manfaat kepada masyarakat. Oleh yang demikian, kajian ini mendapati perlu ada pengetahuan lebih mengenai perkhidmatan pembekalan yang bukan hanya melibatkan peranan sebagai pembekal makanan, sebaliknya turut merangkumi kepentingan sebagai kolam sumber genetik, nutrien dan bekalan air tawar (DEWHA, 2009).



Rajah 3. Perkhidmatan ekosistem tanah lembap di PIW

Perkhidmatan kawal atur yang diberikan oleh PIW pula merangkumi kawalan suhu dan iklim, mitigasi banjir serta penyediaan habitat untuk hidupan liar. Informan mengakui suhu di dalam kawasan PIW lebih rendah dibandingkan dengan suhu di kawasan luar, dan percaya ini dipengaruhi oleh tasik-tasik di PIW. Berdasarkan kajian Dayathilake et al. (2020), tanah lembap membantu mengurangkan ketidakselesaan termal dan mengurangkan kesan pulau haba di kawasan bandar masing-masing, yang menyumbang kepada usaha penyesuaian dan mitigasi perubahan iklim. Tasik-tasik ini juga berfungsi sebagai tadahan air, sama seperti fungsi tanah lembap itu sendiri yang menyerap air ke dalam tanah seperti span dan membantu mengatasi banjir daripada berlaku di PIW. Ini juga bertepatan dengan kajian Horwitz dan Finlayson (2011), yang menyatakan bahawa tanah lembap memainkan peranan penting dalam kawalan banjir dengan menyerap dan menyimpan air berlebihan semasa hujan lebat dan mengurangkan risiko banjir hiliran. Suhu di sekitar tasik dengan litupan tumbuhan akuatik dikatakan lebih sejuk berbanding tasik tanpa litupan tumbuhan akuatik. Tanah lembap menyumbang kepada pengawal aturan iklim dengan mengasingkan karbon dioksida dari atmosfera dan menyimpan karbon di dalam tanahnya. Ini membantu mengurangkan perubahan iklim dengan mengurangkan pelepasan gas rumah hijau dan bertindak sebagai penyerap karbon (Li & Gao, 2016). Status PIW sebagai kawasan perlindungan yang menjalani pemulihan ekosistem secara semula jadi telah menarik kehadiran banyak hidupan liar termasuk burung hijrah untuk dijadikan habitat. Hal ini turut diakui Horwitz dan Finlayson (2011) dan Giosa et al. (2018) yang menyatakan bahawa tanah lembap berperanan penting sebagai habitat flora dan fauna seperti burung hijrah, burung air, amfibia, reptilia, dan ikan serta menyediakan tempat pembiakan, tapak semaian, dan kawasan makan.

PIW turut menyediakan perkhidmatan budaya yang melibatkan rekreasi, ekopelancongan, pendidikan, penyelidikan dan konservasi. Budaya manusia, sistem pengetahuan, agama, nilai-nilai warisan, interaksi sosial, dan perkhidmatan yang berkaitan ameniti (seperti keseronokan estetik, rekreasi, kesenian dan kepuasan rohani, dan perkembangan intelek) sentiasa dipengaruhi dan dibentuk oleh sifat ekosistem (Bakar et al., 2020). Ini dapat dilihat menerusi penganjuran aktiviti rekreasi dan ekopelancongan yang telah memainkan peranan penting dalam mempromosikan kelestarian ekosistem tanah lembap. Isu terkini seperti perubahan iklim dan kelestarian alam sekitar dijadikan sebagai topik pendidikan kepada pengunjung terutamanya kanak-kanak bagi kesedaran awal (Mavuso et al., 2022; Wan Norsyafiqah Arinah Wan Nor Azmi et al., 2024). Keterlibatan sekolah, institusi pengajian, dan peningkatan kesedaran dan pemahaman mengenai tanah lembap di kalangan generasi muda secara tidak langsung menunjukkan impak positif terhadap usaha PIW dalam pemuliharaan biodiversiti dan mitigasi perubahan iklim.

Konservasi pula merupakan kawasan yang sebahagian besarnya adalah tasik yang dikhaskan untuk tujuan penyelidikan dan rehabilitasi, di mana usaha pemuliharaan dilakukan secara semula jadi, bebas dari aktiviti rekreasi manusia dan pembangunan. Melalui proses ini, PIW berjaya mencipta keseimbangan dalam

ekosistem tanah lembap untuk menyokong hidupan liar. Kajian yang dijalankan oleh Reeves et al. (2015) juga mendapati pemulihan ekosistem tanah lembap telah menjadi tugas penting kerana ia bakal menyediakan habitat untuk unggas air dan hidupan liar lain, seterusnya menyerlahkan kepentingan pemuliharaan tanah lembap untuk habitat hidupan liar. Pemulihan tanah lembap telah dikenal pasti sebagai pelaburan jangka panjang dengan faedah mitigasi perubahan iklim, terutamanya dalam mengurangkan pelepasan metana dan meningkatkan penyerapan karbon dalam tanah (Taillardat et al., 2020).

Perkhidmatan sokongan merupakan perkhidmatan yang diperlukan untuk menyokong semua perkhidmatan ekosistem yang lain dan memberi kesan secara tidak langsung atau berlaku dari masa ke masa yang sangat lama berbanding perkhidmatan ekosistem yang lain (MEA, 2005). Sebagai contoh, perkhidmatan sokongan adalah pengeluaran oksigen ke atmosfera, pembentukan tanah dan penyimpanan, kitaran nutrien dan penyediaan habitat (Watson et al., 2005). Selain itu, tanah lembap mengurangkan kesan bahaya semula jadi, menyediakan penstabilan sedimen, mengawal aliran air, mengawal banjir, melindungi pantai, seterusnya meningkatkan usaha mitigasi perubahan iklim (Ivčević et al., 2021). PIW menyediakan perkhidmatan sokongan dengan berperanan sebagai badan air untuk Negeri Selangor yang menjalankan fungsi pengawalan hidrologi dan kitaran nutrien, selain kehadiran hutan dan tumbuh-tumbuhan akuatik yang membekalkan gas oksigen serta kawasan tanah gambut yang bertindak sebagai penyimpan karbon. Manakala, tasik dan komposisi tanah adalah elemen penting ekosistem tanah lembap sebagai kawasan tadahan air untuk mengatasi banjir. Dalam konteks kawalan perubahan iklim, PIW berperanan penting dalam mengawal atur sistem hidrologi dan kedudukannya di antara kawasan Dengkil (Sepang), Banting (Kuala Langat), dan Hutan Simpan Kuala Langat Utara memberi manfaat kepada kelestarian hidrologi dan mengurangkan risiko banjir di kawasan sekitarnya.

Secara keseluruhan, perkhidmatan ekosistem tanah lembap seperti PIW jelas mempunyai potensi tinggi untuk dijadikan sebagai kawasan promosi ekopelancongan negara. Negara sedang membangun seperti Malaysia mempunyai banyak kelebihan dari segi penyediaan kawasan berpotensi ekopelancongan berasaskan khazanah alam semulajadi yang memerlukan pemuliharaan berterusan (Muhammad Fakruhayat Ab Rashid et al., 2024; Nur Afiqah Aleeya Hassim & Azimah Abd Rahman, 2024). Pengurusan berasaskan kepentingan perkhidmatan ekosistem perlu berterusan bagi menjamin keseimbangan antara kawasan semulajadi berharga, serta manfaat ekonomi dan sosial kepada manusia.

Kesimpulan

Pengetahuan mengenai kepentingan tanah lembap dan perkhidmatan ekosistemnya adalah penting ke arah penambahbaikan pengurusan lestari kawasan tanah lembap seperti Paya Indah Wetlands dan lain-lain tanah lembap di Malaysia bagi memastikan kejayaan pemuliharaannya. Keupayaan Paya Indah Wetlands untuk terus berkembang dan menjadi habitat yang baik bagi hidupan liar merupakan suatu kejayaan dalam usaha memulihara biodiversiti PIW dan lebih banyak lagi rangkaian habitat perlu diwujudkan. Namun begitu, pembangunan pesat disekeliling PIW perlu diberi perhatian rapi dalam jangka masa panjang. Selain itu, pihak berkepentingan perlu mempunyai kesedaran yang tinggi tentang kepentingan perkhidmatan ekosistem bagi mengukuhkan dasar dan perundangan sedia ada bagi menjaga dan memulihara sumber asli di kawasan tanah lembap bagi tujuan kesejahteraan masyarakat setempat. Pengurusan yang baik terhadap ekosistem semula jadi akan membantu mengekalkan perkhidmatan ekosistem ini untuk keperluan generasi akan datang.

Penghargaan: Sekalung penghargaan kepada pihak pengurusan Paya Indah Wetlands yang memberikan kerjasama baik sepanjang kajian dijalankan.

Kenyataan Persetujuan Termaklum: Maklumat persetujuan telah diperolehi daripada semua peserta yang terlibat dalam kajian ini.

Konflik Kepentingan: Semua pengarang menyatakan tiada konflik kepentingan.

Rujukan

- Abdulkareem, J. H., Pradhan, B., Sulaiman, W. N. A., & Jamil, N. R. (2018). Review of studies on hydrological modelling in Malaysia. *Modeling Earth Systems and Environment*, 4(4), 1577-1605.
- Amponin, J. A., Bennagen, M. E. C., Hess, S., & Dela Cruz, J. (2007). Willingness to pay for watershed protection by domestic water users in Tuguegarao City, Philippines. *Poverty reduction and environmental management (PREM) working paper*, 7(06), 2007-06.
- Bakar, M. A. A., Rahim, A. A., & Nasir, M. (2020). Pengetahuan terhadap perkhidmatan ekosistem dan sumbangannya kepada kehidupan komuniti di Kuala Sepetang, Perak. *Malaysian Journal of Society and Space*, 16(1), 139-154.
- Bhatta, L., Chaudhary, S., Pandit, A., Baral, H., Das, P. & Stork, N. (2016). Ecosystem service changes and livelihood impacts in the maguri-motapung wetlands of Assam, India. *Land*, 5(2), 15.
- Dang, K., Phan, T., Nguyen, T., Pham, T., Nguyen, M., Do, D. & Liem, N. (2022). Economic valuation of wetland ecosystem services in northeastern part of Vietnam. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 423(12), 1-14.
- Dayathilake, D., Lokupitiya, E. & Wijeratne, V. (2020). Estimation of aboveground and belowground carbon stocks in urban freshwater wetlands of Sri Lanka. *Carbon Balance and Management*, 15,17 <https://doi.org/10.1186/s13021-020-00152-5>
- Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. (2009). *Ecosystem Services: Key Concepts and Applications*. Occasional Paper No 1, Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, Canberra. <https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/documents/ecosystem-services.pdf>
- Dinsa, T. T.; Gameda, D. O. (2019). The role of wetlands for climate change mitigation and biodiversity conservation. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 23(7), 1297-1300.
- Ghermandi, A., Bergh, J., Brander, L., Groot, H. & Nunes, P. (2010). Values of natural and human-made wetlands: a meta-analysis. *Water Resources Research*, 46(12), 1-12. <https://doi.org/10.1029/2010wr009071>
- Giosa, E., Mammides, C., & Zotos, S. (2018). The importance of artificial wetlands for birds: a case study from cyprus. *PLoS ONE* 13(5): e0197286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197286>
- Groshans, G., Mikhailova, E., Post, C., & Schlautman, M. (2018). Accounting for soil inorganic carbon in the ecosystem services framework for united nations sustainable development goals. *Geoderma*, 324, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.009>
- Hoe, L. I. & Chong, J. L. (2021). Legal framework on the conservation issue of Pulau Kukup National Park in Johor, Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 16(5), 115-123. <https://doi.org/10.46754/jssm.2021.07.009>
- Horwitz, P. & Finlayson, C. (2011). Wetlands as settings for human health: incorporating ecosystem services and health impact assessment into water resource management. *Bioscience*, 61(9), 678-688. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.9.6>
- Ibrahim, I., Aziz, N. A., & Hanifah, N. A. (2012). The laws of wetness: the legislative framework in malaysia regarding wetlands conservation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 50, 574-581. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.06>
- Iriarte, J., González, H., & Nahuelhual, L. (2010). Patagonian fjord ecosystems in southern chile as a highly vulnerable region: problems and needs. *Ambio*, 39(7), 463-466. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0049-9>
- Ivčević, A., Statzu, V., Satta, A., & Bertoldo, R. (2021). The future protection from the climate change-related hazards and the willingness to pay for home insurance in the coastal wetlands of West Sardinia, Italy. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 52, 101956. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101956>
- Keyue, Y., Fei, L., Yang, H., & Yi-ming, W. (2019). The influence of land use change on ecosystem service value in shangzhou district. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(8), 1321. <https://doi.org/10.3390/ijerph16081321>

- Khatri, T.B. (2014). Wetlands, biodiversity and climate change. *The Initiation*, 5: 138-142. <https://doi.org/10.3126/init.v5i0.10263>
- Laltaika, E. (2022). Indigenous peoples' participation and the management of wetlands in Africa: A review of the Ramsar Convention. *Fundamentals of Tropical Freshwater Wetlands*. Elsevier.
- Lee, S., Yeo, I. Y., Lang, M. W., Sadeghi, A. M., McCarty, G. W., Moglen, G. E., & Evenson, G. R. (2018). Assessing the cumulative impacts of geographically isolated wetlands on watershed hydrology using the SWAT model coupled with improved wetland modules. *Journal of Environmental Management*, 223(1), 37-48.
- Li, T. & Gao, X. (2016). Ecosystem services valuation of lakeside wetland park beside Chaohu Lake in China. *Water*, 8(7), 301. <https://doi.org/10.3390/w8070301>
- Liu, H., Gao, C., & Wang, G. (2022). Considering the adaptive cycle and resilience of the ecosystem to define reference conditions for wetland restoration. *Earth's Future*, 10(4), 1-13. <https://doi.org/10.1029/2021EF002419>
- Loesch, C., Reynolds, R., & Hansen, L. (2012). An assessment of re-directing breeding waterflow conservation relative to predictions of climate change. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 3(1), 1-22. <https://doi.org/10.3996/032011-jfwm-020>
- Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado-Arzuaga, I., García-del-Amo, D. & Montes, C. (2012). Uncovering ecosystem service bundles through social preferences. *Plos One*, 7(6), e38970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038970>
- Martins, C., Olaniyi, O. & Mohamed, Z. (2021). Ecological factors and spatial heterogeneity of terrestrial birds in Peninsular Malaysia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 736(1), 012035.
- Mavuso, M. P., Khalo, X., Kafu-Quvane, B. P., & Olawumi, K. B. (2022). Climate change education as a means to protect the planet: a review of the relevant literature. *Journal of Social Sciences and Humanities, Special Issue: 19(3)*, 179-181.
- Meli, P., Benayas, J. M. R., Balvanera, P., & Ramos, M. M. (2014). Restoration enhances wetland biodiversity and ecosystem service supply, but results are context-dependent: a meta-analysis. *PLoS One*, 9(4), e93507. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093507>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington D.C. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands*. John Wiley & Sons.
- Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M. & Sutton-Grier, A. E. (2018). Wetlands in a changing climate: science, policy and management. *Wetlands*, 38(2), 183-205. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8>.
- Muhammad Fakhriyah Ab Rashid, Azimah Abd Rahman & Siti Masayu Rosliah Abdul Rashid. (2024). Tinjauan berkaitan kesan perkembangan aktiviti ekopelancongan kelip-kelip terhadap komuniti setempat di Semenanjung Malaysia. *E-Bangi: Journal of Social Sciences and Humanities*, 21(1), 1-12. <https://doi.org/10.17576/ebangi.2024.2101.01>
- Musonda, M. (2023). *Why it's time for wetland restoration now to secure a sustainable future*. <https://www.un.org/en/un-chronicle/why-it%E2%80%99s-time-wetland-restoration-now-secure-sustainable-future>
- Nizam Zain. (2017). *Robek Paya Indah Wetlands satu jenayah alam sekitar*. Malaysia Gazette. <https://malaysiagazette.com/2017/04/28/robek-paya-indah-wetlands-satu-jenayah-alam-sekitar-jamal/>.
- Nur Afiqah Aleeya Hassim & Azimah Abd Rahman. (2024). Kesan aktiviti ekopelancongan kepada perkembangan sosioekonomi komuniti tempatan di Nibong Tebal, Pulau Pinang (The Effect of Ecotourism Activities in the Socioeconomic Development of the Local Community in Nibong Tebal, Pulau Pinang). *E-Bangi: Journal of Social Sciences and Humanities*, 21(2), 43-58. <https://doi.org/10.17576/ebangi.2024.2102.05>
- Lun, C. W. (2024). *Gamuda Land takes over management of Paya Indah Discovery Wetlands in Kuala Langat*. The Edge Malaysia. <https://theedgemaalaysia.com/node/729059>

- Olaniyi, O., Martins, C., & Zakaria, M. (2021). Population estimates and site occupancy of purple swamphen and white-breasted waterhen in the natural and artificial urban wetlands of Peninsular Malaysia. *Punjab University Journal of Zoology*, 36(1), 1-8. <https://doi.org/10.17582/journal.pujz/2021.36.1.1>.
- Olaniyi, O., Martins, C., & Mohamed, Z. (2022). Assessing the suitability of habitats for porphyrio porphyrio indicus and amaurornis phoenicurus in urban wetlands of Peninsular Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 33(2): 31-54. <https://doi.org/10.21315/tlsr2022.33.2>
- Pardoe, J., Vincent, K., Conway, D. et al. (2020). Evolution of national climate adaptation agendas in Malawi, Tanzania and Zambia: the role of national leadership and international donors. *Reg Environ Change*, 20(118), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01693-8>
- Rabeah Adawiyah Baharudin, Nurul Izzati Mohd Ali & Aza Reena Idros. (2023). Pengaruh perubahan iklim terhadap komuniti orang asal di malaysia: tinjauan literatur (The impact of climate change on indigenous communities in Malaysia: a literature review). *E-Bangi: Journal of Social Sciences and Humanities*, 20(2), 266-280 <https://doi.org/10.17576/ebangi.2023.2002.23>
- Rajpar, M. N., & Mohamed, Z. (2011). Bird species abundance and their correlation with microclimate and habitat variables at natural wetland reserve, Peninsular Malaysia. *International Journal of Zoology* 2011, 1-17. <https://doi.org/10.1155/2011/758573>
- Rajpar, M. N., & Zakaria, M. (2011). *Effects of water level fluctuation on waterbirds distribution and aquatic vegetation composition at natural wetland reserve, Peninsular Malaysia*. ISRN Ecology.
- Rajpar, M. N., Zakaria, M., Ozdemir, I., Ozturk, M., & Gucl, S. (2017). Avian assemblages at Paya Indah natural wetland reserve, Malaysia. *Expert. Opin. Environ. Biol.* 6(3), 1-10.
- Rebelo, A., Morris, C., Meire, P., & Esler, K. (2019). Ecosystem services provided by South African palmiet wetlands: A case for investment in strategic water source areas. *Ecological Indicators*, 101, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.043>
- Reeves, R. A., Pierce, C. L., Smalling, K. L., Klaver, R. W., Vandever, M. W., Battaglin, W. A., & Muths, E. (2015). Restored agricultural wetlands in Central Iowa: Habitat quality and amphibian response. *Wetlands*, 36(1), 101-110. <https://doi.org/10.1007/s13157-015-0720-9>
- Ridsdale, D. R., & Noble, B. F. (2016). Assessing sustainable remediation frameworks using sustainability principles. *Journal of Environmental Management*, 184, 36-44.
- Sharip, Z., & Noor, A. G. A. (2021). Perception and willingness-to-pay on conservation of lake basin under the impact of climate change – A comparison between urban and rural tropical lake. *Malaysian Journal of Society and Space*, 17(3), 47-61. <https://doi.org/10.17576/geo-2021-1703-04>
- Siew, M., Yacob, M., Radam, A., Adamu, A., & Alias, E. (2015). Estimating willingness to pay for wetland conservation: a contingent valuation study of Paya Indah Wetland, Selangor Malaysia. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 268-272. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.10.048>
- Taillardat, P., Thompson, B. S., Garneau, M., Trottier, K., & Friess, D. A. (2020). Climate change mitigation potential of wetlands and the cost-effectiveness of their restoration. *Interface Focus*, 10(5), 20190129. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2019.0129>
- Tecklie, A., & Yosef, B. A. (2022). Assessment of major wetlands' current situation and their contribution to livelihood improvement, South Wollo, Ethiopia. *International Journal of Ecology*, 2022, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/9697899>
- Tolessa, T., Senbeta, F., & Kidane, M. (2017). The impact of land use/land cover change on ecosystem services in the central highlands of Ethiopia. *Ecosystem Services*, 23, 47-54
- Tong, L., Xu, X., Fu, Y., & Li, S. (2014). Wetland changes and their responses to climate change in the “three-river headwaters” region of China since the 1990s. *Energies*, 7(4), 2515-2534. <https://doi.org/10.3390/en7042515>
- Walters, K., & Babbar-Sebens, M. (2016). Using climate change scenarios to evaluate future effectiveness of potential wetlands in mitigating high flows in a midwestern U.S. watershed. *Ecological Engineering*, 89, 80-102. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.014>
- Wan Norsyafiqah Arinah Wan Nor Azmi, Nur Husna Abd Wahid, Sharifah Maryam Syed Azman, & Rozita Jayus. (2024). Integrating sustainability into curricula: A systematic review of education for sustainable

- development. *Ebangi: Journal of Social Sciences and Humanities*, 21(4), 103-119
<https://doi.org/10.17576/ebangi.2024.2104.09>
- Wang, F., Zhang, S., Hou, H., Yang, Y., & Gong, Y. (2019). Assessing the changes of ecosystem services in the Nansi Lake Wetland, China. *Water*, 11(788), 1-15. <https://doi.org/10.3390/w11040788>
- Watson, R. T., Rosswall, T., Steiner, A., Töpfer, K., Arico, S., & Bridgewater, P. (2005). Ecosystems and human well-being. *Ecosystems*, 5(281), 1–100.
- William, J. M., Blanca, B., & Maria, E. H. (2015). Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1): 1-4.
- Yan, L., Sheng, L., & Liu, J. (2015). Impact of wetland change on local climate in semi-arid zone of northeast China. *Chinese Geographical Science*, 25(3), 309-320.
- Zakaria, M., Rajpar, M., & Sajap, A. (2009). Species diversity and feeding guilds of birds in Paya Indah Wetland Reserve, Peninsular Malaysia. *International Journal of Zoological Research*, 5, 86-100.
- Zakaria, M., Daud, U., Mansor, M., & Nor, S. (2022). Brood care behavior of the painted stork (*Mycteria leucocephala*) in Peninsular Malaysia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23, 5406-541. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231011921>
- Zhang, Y., Zhou, D., Niu, Z., & Fengjiao, X. (2013). Valuation of lake and marsh wetlands ecosystem services in China. *Chinese Geographical Science*, 24(3), 269-278. <https://doi.org/10.1007/s11769-013-0648-z>
- Zhao, D., He, H., Wang, W., Wang, L., Du, H., Li, K., & Zong, S. (2018). Predicting wetland distribution changes under climate change and human activities in a mid- and high-latitude region. *Sustainability*, 10(863), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su10030863>