



# Effects of Environmental Change on the Habitat of Migratory Bird Species

## Kesan Perubahan Persekitaran Terhadap Habitat Spesies Burung Berhijrah

Tuan Ainul Asyikin Tuan Azlan<sup>1</sup>, Azimah Abd Rahman<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Pusat Pengajian Sains Kajihayat,  
Universiti Sains Malaysia, 11800 Pulau Pinang, MALAYSIA

<sup>2</sup>Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan,  
Universiti Sains Malaysia, 11800 Pulau Pinang, MALAYSIA

\*Corresponding Author

DOI: <https://doi.org/10.30880/jts.2020.12.01.004>

Received 17 March 2020; Accepted 03 July 2020; Available online 09 August 2020

**Abstract:** The mangrove area around Teluk Air Tawar and Kuala Muda is one of the stopover locations for various migratory bird species. However, migratory birds in this area are now classified as endangered species by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) due to the decline of bird population over the years. The Development activity and changes of shoreline area for industrial and housing, global climate change, natural disasters, illegal hunting and pollution around mangrove forests have led to declining bird species. This study focuses on the impact of excessive land use on local economic activities and environmental changes on migratory bird habitat around the study area. Spatial-based technology approach through the geographic information system (GIS) applications is used to understand and identify the effects of land use on migratory bird populations' distribution, especially in their habitat selection. The results show that different land used activities have different impact on the distribution of migratory bird populations. This study is important in assisting the preservation and preservation of a location that was identified as important habitat for migratory bird species to ensure they continually visit in the future

**Keywords:** Mangrove, landed, migratory bird, distribution, habitat

**Abstrak:** Kawasan paya bakau di sekitar Teluk Air Tawar dan Kuala Muda merupakan salah satu lokasi persinggahan bagi pelbagai spesis burung berhijrah. Namun begitu, burung hijrah di kawasan ini kini dikelaskan sebagai spesis burung terancam oleh Kesatuan Antarabangsa untuk Pemuliharaan Alam Sekitar (IUCN) akibat penurunan populasi spesis burung ini saban tahun. Pembangunan dan perubahan sekitar kawasan persisir pantai untuk kegiatan industri dan petempatan, perubahan iklim global, bencana alam, aktiviti perburuan haram dan pencemaran sekitar kawasan hutan paya bakau menjadi punca penurunan spesis burung berhijrah. Kajian ini memberi tumpuan kepada kesan penggunaan tanah yang berlebihan untuk aktiviti ekonomi lokal dan perubahan persekitaran terhadap habitat burung migrasi. Pendekatan berasaskan teknologi spatial iaitu melalui penggunaan aplikasi sistem maklumat geografi (GIS) digunakan bagi memahami dan mengenalpasti kesan-kesan penggunaan tanah ke atas pengagihan populasi burung berhijrah, khususnya dalam pemilihan habitat mereka. Hasil analisis menunjukkan bahawa aktiviti gunatanah yang berbeza

memberi kesan yang berbeza terhadap taburan populasi burung berhijrah. Kajian ini adalah penting dalam membantu pemeliharaan dan pemuliharaan lokasi yang dikenalpasti menjadi habitat tumpuan burung berhijrah bagi memastikan kedatangan spesies burung secara berterusan pada masa akan datang.

**Kata Kunci:** Paya bakau, gunatanah, burung berhijrah, taburan, habitat

## 1. Pengenalan

Spesies burung berhijrah biasanya dijumpai di sekitar kawasan hutan paya laut yang berlumpur dan dilitupi dengan pelbagai spesies tumbuhan bakau. Spesies burung berhijrah yang seringkali ditemui adalah daripada keluarga *Charadriidae* dan *Scolopaciidae*. Burung berhijrah dari keluarga ini memperoleh sumber makanan (serangga atau kerangan) yang terdapat dalam lumpur lembut mahupun pasir di kawasan paya bakau menggunakan paruh mereka (Lunardi et al., 2012). Pada bulan-bulan tertentu, terdapat sesetengah spesies burung berhijrah akan melakukan penerbangan ke negara lain bagi mengelakkan perubahan musim yang ekstrem di negara asal mereka dan memastikan penerbangan hijrah mereka berlaku pada masa yang tepat (Nilsson et al., 2013). Dianggarkan sebanyak 210 ekor burung berhijrah dari spesies wader direkodkan dan lain-lain spesies burung berhijrah yang memerlukan persekitaran habitat yang lembap atau pantai (Cunningham et al., 2016).

Kebanyakan spesies burung air yang berhijrah adalah dari kawasan Artik mahupun kawasan berhawa sederhana. Bagi burung air tropika, kebiasaannya berstatus burung tempatan yang tinggal tetap atau berpindah dari satu kawasan ke kawasan yang lain akibat perubahan taburan hujan (Gilg et al., 2012). Beberapa spesies burung air dari Artik seperti little stint merupakan burung berhijrah pada jarak terpanjang yang melakukan penghijrahan tanpa pembiakan di hemisfera selatan (Howell et al., 2014). Terdapat beberapa spesies burung air yang telah disenaraikan sebagai spesies terancam pada kajian terdahulu (BirdLife International, 2000).

Perubahan gunatanah sekitar kawasan paya bakau yang menjadi habitat burung berhijrah seperti pembangunan infrastruktur pesisir pantai, aktiviti ekonomi melalui agrikultur, pembalakan serta pembinaan petempatan oleh masyarakat setempat menyumbang kepada kemusnahan habitat bagi burung berhijrah yang secara langsung menjejaskan populasi spesies burung berhijrah yang kini diancam kepupusan (Lee et al., 2014). Permasalahan ini berlaku kerana spesies burung air adalah sangat sensitif terhadap gangguan persekitaran mereka yang turut mempengaruhi tempoh masa penghijrahan mereka (Hua et al., 2015). Perubahan pola taburan burung air dikenalpasti bagi kedua-dua kawasan kajian berasaskan kajian lapangan yang dilakukan membolehkan pengenalpastian kepelbagaian spesies spesies burung air dan status kedatangan mereka sama ada spesies tempatan atau berhijrah.

Kawasan Teluk Air Tawar direkodkan sebagai salah satu lokasi tumpuan bagi pelbagai spesies burung air termasuk yang berhijrah di Penang, Malaysia. Kawasan paya berlumpur ini dianggap sebagai Important Bird Area (IBA) berperanan penting dalam menyediakan habitat yang terbaik bagi spesies burung yang jarang dijumpai seperti spesies terancam Spoon-billed Sandpiper dan Nordmann's Greenshank. Malangnya, saban tahun sesetengah spesies burung air tetap mengalami penurunan populasi dan disenaraikan sebagai spesies terancam dan hampir terancam oleh The International Union of Conservation Nature (IUCN) (Suman, 2014).

Perubahan persekitaran yang dikenalpasti menjadi punca utama penurunan bilangan kedatangan spesies burung berhijrah di kawasan kajian. Oleh itu, pemeliharaan dan pemuliharaan kawasan sekitar teluk air tawar dan kuala muda adalah diperlukan bagi memastikan peningkatan dan mengekalkan bilangan populasi burung berhijrah mahupun burung air secara berterusan. Pendekatan menggunakan aplikasi Sistem Maklumat Geografi (GIS) digunakan sebagai alat untuk menganalisis dan memetakan perubahan persekitaran dengan lebih baik berasaskan data lapangan yang diperolehi (Lateh & Muniandy, 2017). Aplikasi GIS secara digital membolehkan hasil pemetaan yang lebih tepat berbanding hasil pemetaan yang dilakukan menggunakan teknik konvensional (Tahir & Malek, 2017). Sistem maklumat geografi (GIS) menganalisa taburan populasi secara geografi bagi spesies burung berhijrah yang terancam, mengukur dan memantau biodiversiti melalui hasil analisis dan pemetaan visual yang lebih tepat, jelas dan bermakna bagi membolehkan pengurusan program pemeliharaan dan pemuliharaan dilaksanakan dengan baik (Brown et al., 2016).

Selain itu, kajian ini juga melibatkan pelaksanaan analisis statistik dengan bantuan perisian SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) digunakan bagi menganalisa data statistik menggunakan fungsi pengujian parameter yang bersesuaian dengan data yang direkodkan. Kajian ini menyumbang kepada pemahaman yang besar berkenaan hubungan antara spesies burung berhijrah dengan parameter persekitaran yang saling bergantung dalam ekosistem mereka. Spesies burung berhijrah berperanan penting dalam kawalan populasi hidupan marin bagi mewujudkan hubungan ekosistem yang stabil.

## 2. Sorotan Kajian

Malaysia mempunyai lebih kurang 12 kawasan terpenting bagi spesies burung air termasuk kawasan Teluk Air Tawar dan Kuala Muda. Burung air boleh ditemui sekitar kawasan pesisir pantai Malaysia terutamanya sepanjang bulan September hingga April setiap tahun (Bamford et al., 2008). Penghijrahan oleh burung air antarabangsa khususnya dilakukan untuk mendapatkan makanan, perlindungan dan ruang rehat sebelum meneruskan penerbangan mereka dari selatan menuju ke benua Australia sepanjang tempoh 8 bulan penghijrahan mereka. Berasaskan kepada laporan oleh

Wetlands International bilangan spesis burung air tertinggi yang dicatatkan sekitar kawasan Kuala Kedah ke Kuala Sungai di Malaysia adalah Lesser Sand Plover (*Charadrius mongolus*), Terek Sandpiper (*Xenus cinereus*), Broad-billed Sandpiper (*Limicola falcinellus*) and Marsh Sandpiper (*Tringa stagnatilis*) (Bamford et.al, 2008). Selain itu, spesis burung air yang sebenar menunjukkan kebolehan untuk menyesuaikan diri dengan persekitaran mereka terutamanya untuk mencari makanan dari jenis hidupan invertebrate menggunakan paruh yang mampu menembusi permukaan berlumpur dan berpasir pada kedalaman yang berbeza-beza (Webb et.al, 1979).

Spesis burung air seringkali dikaitkan dengan kawasan hutan paya bakau di kawasan tebing berlumpur yang menyediakan persekitaran yang terbaik bagi spesis burung ini untuk mendapatkan makanan dan ruang untuk berehat (Pandiyan & Asokan, 2016). Hutan paya bakau sememangnya menyediakan pelbagai sumber yang mampu digunakan oleh hidupan yang menjadikan kawasan ini sebagai habitat pilihan mereka seperti burung air termasuk yang berhijrah (Ronback, 1999). Kanopi hutan paya bakau yang saling bersambungan menyediakan kawasan berehat (Howes et al., 2003) dan kawasan pembiakan paling sesuai bagi diversiti burung (Peter, 1999), spesis Reptilia (Kamaruzaman Jusoff dan Dahlan Taha, 2008), pelbagai spesis ikan, kerang dan udang kecil (Sengupta dan Chaudhuri, 1991) yang mampu di komersialkan (Ronback, 1999).

Namun begitu, Kedudukan hutan paya bakau yang terletak di kawasan garisan pantai menyebabkan hutan jenis ini terdedah kepada pelbagai ancaman sama ada dari aktiviti masyarakat setempat khususnya seperti pembangunan petempatan, aktiviti agrikultur dan pembalakan kayu bakau (Jensen et al., 2008) serta ancaman semulajadi seperti ombak besar, angin kuat, pasang surut air laut dan bencana alam seperti tsunami yang memberi kesan langsung terhadap persekitaran ekosistem paya bakau (Kathiresan dan Rajendran, 2005). Gangguan jangkamasa panjang terhadap kawasan paya seperti tumpahan minyak, penebangan pokok bakau dan penghasilan produk dari kayu bakau serta pembersihan kawasan hutan untuk tujuan pembangunan juga akan menjejaskan kawasan semulajadi kawasan paya bakau (Allaway, 2006).

Kawasan paya bakau menyediakan sumber makanan dan ruang rehat bagi burung air termasuk spesis yang berhijrah. Namun begitu, perubahan dan gangguan terhadap persekitaran kawasan hutan oleh penduduk tempatan memberi impak negatif kepada spesis burung air termasuk yang berhijrah. Aktiviti ekonomi masyarakat setempat seperti pembinaan kawasan penempatan, aktiviti agrikultur, penternakan ikan dalam sangkar, penebangan kayu bakau dan lainlain menyebabkan peningkatan kepekatan bahan kimia terlarut terutamanya Fosforus, Amonia dan Nitrat berlebihan (Lomoljo et al., 2009). Kepekatan yang tinggi bagi bahan kimia jenis ini akan memberi kesan kepada keberterusan hidup bagi spesis ketam, udang, serangga dan mikroorganisma kecil yang menjadi sumber makanan burung hijrah yang secara tidak langsung mempengaruhi kedatangan spesis burung hijrah ke kawasan ini. Sejak sepuluh tahun kebelakangan ini sebanyak 75%-95% pengurangan kedatangan spesis burung hijrah telah direkodkan setiap tahun (Li et al., 2009).

Selain itu, gangguan secara berterusan terhadap kawasan paya seperti tumpahan minyak, penebangan pokok bakau dan penghasilan produk dari kayu bakau serta pembersihan kawasan hutan untuk tujuan pembangunan juga akan menjejaskan kawasan semulajadi kawasan paya bakau (Allaway, 2006). Walaupun aktiviti ekonomi sekitar kawasan paya bakau memberikan pendapatan yang lumayan kepada penduduk setempat tetapi ia memberikan kesan buruk secara berterusan kepada hutan paya bakau sekiranya tiada kawalan dan penghad yang ditetapkan dalam melaksanakan aktiviti ini (Jensen et al., 2008). Oleh itu, pelbagai langkah termasuk berbagai-bagai program kesedaran telah dianjurkan bagi tujuan membantu dalam pemuliharaan dan pemeliharaan kawasan paya bakau (Putz et al., 2001; Dungan et al. (2002). Namun begitu, dalam usaha memelihara dan memelihara kawasan hutan paya bakau, Alongi (2002) menegaskan bahawa segala program yang dianjurkan bagi mencapai matlamat ini memerlukan pengetahuan dan kefahaman yang mendalam berkenaan biodiversiti kawasan hutan paya bakau.

Oleh itu, pemuliharaan terhadap hutan paya bakau perlu mengambilkira proses pemulihan ekologi persekitaran dan kawasan pesisir pantai (Lewis, 1998). Keadaan habitat dan kesediaan sumber makanan memainkan peranan yang penting bagi sesuatu kawasan hentian burung air yang berhijrah sama ada untuk jangkamasa yang panjang mahupun sementara. Pengendalian dan perkembangan dalam penyelidikan berkaitan burung air yang berhijrah serta habitat mereka penting untuk menilai keberkesanan tindakan pemuliharaan yang dilakukan. Bagi memahami spesis burung air terutamanya yang berhijrah, Kajian berkaitan demografi dan kitaran penghijrahan tahunan adalah diperlukan. Pengurusan hutan paya bakau perlu memberi tumpuan kepada perubahan iklim, konservasi biodiversiti dan kesan semulajadi seperti tsunami yang membawa harapan baru dari segi politik, sosio-ekonomi, ekologi dan persekitaran bagi negara yang sedang membangun (Kamaruzaman Jusoff dan Dahlan Taha, 2008). Penanaman semula tumbuhan bakau merupakan program yang menyumbang kepada kejayaan pemuliharaan paya bakau (Chan et al., 1988).

Strategi pemuliharaan burung air berhijrah asia pasifik 1996-2000 telah dibangunkan sepanjang tahun 1994 untuk mencapai pemuliharaan jangka panjang bagi spesis burung air dan habitatnya di asia pasifik melalui pelaksanaan rangkaian kawasan terurus bagi kepentingan antarabangsa untuk burung air berhijrah (Watkins, 1997). Melalui East Asian-Australian Flyway (EAAF), penurunan sebanyak 22.4% antara tahun 1983 hingga 1986 dan 2004 hingga 2006 telah ditunjukkan bagi kawasan pesisir pantai Selangor dan Sarawak (Ounsted, 2007). Pelan pelaksanaan untuk pemuliharaan burung air berhijrah ini membantu pemuliharaan sistem ekologi persekitaran dan memperbaiki pertukaran maklumat antara agensi berkaitan pemuliharaan burung berhijrah dalam usaha mengumpul data biologi bagi membantu mencapai pelan pelaksanaan ini (Shorebird Working Group of Wetlands International – Asia Pacific, 2001). Selain itu, pendekatan ketiga yang dicadangkan oleh Hua et al. (2015) adalah melalui pengenalanpastian kemampuan yang berbeza bagi spesis untuk menggunakan habitat alternatif. Terdapat sesetengah spesis burung air yang memilih habitat yang

diubahsuai oleh manusia seperti kolam agrikultur dan dataran pasir untuk mendapatkan makanan serta ruang rehat mereka apabila habitat di tebing laut atau sungai dimusnahkan untuk aktiviti bersifat antropogenik. Malangnya, bagi sesetengah spesis yang unik dan istimewa seperti Great Knots dan Red Knots akan sangat terjejas akibat kehilangan habitat mereka. Namun begitu, pemantauan populasi dinamik dan taburan ruangan bagi spesis yang istimewa ini boleh dilakukan untuk memahami kesan kehilangan habitat. Penggunaan pengesan satelit digunakan untuk memantau perubahan laluan dan strategi penghijrahan mereka bagi menghadapi kehilangan habitat di pinggir pantai mahupun tebing sungai.

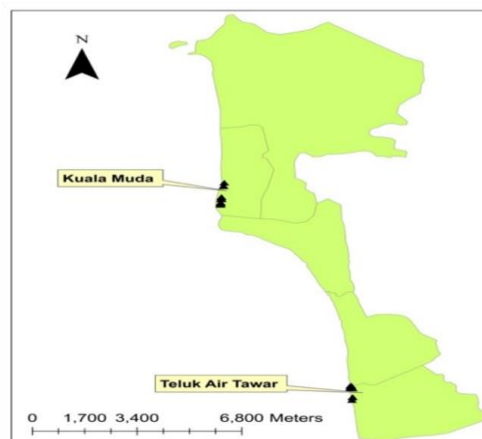
Akhir sekali, kajian berkaitan pengenalan ancaman persekitaran terhadap burung air berhijrah yang menyebabkan kehilangan habitat dilakukan bagi memastikan pelaksanaan pemuliharaan dilakukan secara berintegriti. Ancaman persekitaran yang menjejaskan populasi burung berhijrah termasuklah lambakkan bahan organik dan bukan organik di kawasan pesisir pantai dan tebing sungai yang secara tidak sengaja menjadi sebahagian daripada diet burung air (Rowe, 2008). Gangguan manusia melalui pembangunan sekitar kawasan pesisir pantai juga mengancam burung air berhijrah yang bertumpu di kawasan tersebut untuk mendapatkan makanan dan ruang untuk berehat.

Sistem Maklumat Geografi (GIS) boleh membantu memudahkan pengurusan ekologi burung air berhijrah bagi mengurangkan masalah penurunan populasi spesis burung ini. Kajian oleh Radan et al. (2017) menunjukkan bahawa GIS menjadi elemen penting dalam usaha memantau kepelbagaian spesis burung air artik. Dalam kajian beliau, penumpuan diberikan kepada pengumpulan semua pangkalan data yang mengandungi data pemantauan dan data taburan burung berhijrah yang direkodkan. Aplikasi GIS membolehkan data fizikal seperti parameter iklim, tahap nutrient dan pengaruh pencemaran dicapai dan dipersembahkan secara geografi. Pangkalan data digabungkan dengan data gunatanah dan pengurusan tanah, iklim, potensi pengasidan, perubahan tahap air, aktiviti industri dan pencemaran dari agrikultur bagi analisis yang jelas dan tepat. Selain itu, parameter seperti jenis habitat, status kawasan yang dilindungi dan lain-lain juga berguna dalam pemantauan populasi burung berhijrah secara keseluruhan (Radan et al., 2017). Penggunaan teknologi geografi seperti aplikasi Sistem Maklumat Geografi (GIS) mempunyai kelebihan tersendiri yang boleh membolehkan pemantauan secara berkala yang lebih baik dan analisis keadaan ekosistem secara lebih tepat (Zheng et al., 2016). Aplikasi ini boleh diaplikasikan untuk pemuliharaan dan pengurusan habitat pesisir pantai bagi hidupan liar yang kebiasaannya telah diaplikasikan untuk kajian persekitaran daratan (Tenório et al., 2015). GIS juga satu daripada pembangunan model ramalan berskala lanskap untuk menunjukkan taburan populasi haiwan (Tien Bui et al., 2016) dengan cara pengujian kesan struktur lanskap terhadap parameter seperti taburan individu haiwan merentasi lanskap tertentu (Tien Bui et al., 2016). Data berskala lanskap boleh diintegrasikan kepada rekabentuk secara hierarki iaitu kesan parameter persekitaran berkaitan taburan spesis, kelimpahan dan kepadatan spesis dikaji pada skala ruangan serentak (Caniani et al., 2016).

### 3. Metodologi Kajian dan Kawasan Kajian

#### 3.1 Kawasan Kajian

Kajian ini dijalankan sekitar kawasan Teluk Air Tawar, Penang (5.4825° N, 100.3851° E) dan Kuala Muda, Kedah (5.6446° N, 100.4890° E) merupakan kawasan tebing berlumpur dan berpayau yang menempatkan perkampungan nelayan. Teluk Air Tawar merupakan kawasan pekan tepi laut di Butterworth yang pernah terkesan akibat tsunami pada tahun 2004. Berbanding dengan kawasan Kuala Muda, kawasan ini ditenggelami air semasa air pasang dan tidak dapat dilihat sehingga garisan pantai. Bagi kajian ini setiap stesen pemantauan burung berhijrah akan dibahagikan kepada 3 sub kawasan persampelan yang terletak disepanjang tebing berlumpur dan kawasan berpayau bagi merekodkan bilangan spesis burung air termasuk yang berhijrah seperti Rajah 1 (Google, 2018).



Rajah 1 - Peta Teluk Air Tawar dan Kuala Muda

### 3.2 Persampelan di Lapangan

Pola taburan burung air di Teluk Air Tawar dan Kuala Muda dikenalpasti hasil persampelan sekitar kawasan dan bilangan burung air yang telah direkodkan sepanjang 6 sesi persampelan bermula November 2017 hingga Januari 2018 (Jadual 1).

**Jadual 1 - Sesi persampelan kajian**

Stesen persampelan	Tarikh
1	11 November 2017
2	25 November 2017
3	17 Desember 2017
4	14 Januari 2018
5	20 Januari 2018
6	30 Januari 2018

Burung air dalam kajian ini dihitung menggunakan kaedah *point count* bagi semua individu bagi spesies yang menjadi fokus kajian bagi setiap stesen pensampelan yang dipilih (Zakaria & Rajpar, 2010). Kajian dan pemerhatian dikendalikan sepanjang garisan pantai di sekitar kawasan Teluk Air Tawar dan Kuala Muda dengan peralatan yang tertentu sepanjang tempoh kutipan data. Peralatan seperti binocular dan skop pengesan dari model KOWA TSN-883 digunakan untuk mengesan dan mengenalpasti spesies bagi burung air yang dilihat. Skop pengesan adalah diperlukan menggunakan pembesaran optic bagi memastikan pengenalpastian burung air dilapangan yang lebih tepat. Masa yang diambil bagi setiap sub stesen pensampelan bagi pemerhatian burung air adalah selama 45 hingga satu jam.

Selain itu, pasang surut air laut juga memainkan peranan yang sangat penting semasa pensampelan dilakukan. Carta pasang surut air laut dirujuk bagi setiap tarikh persampelan yang dirancang untuk melancarkan kutipan data yang dilakukan. Tambahan lagi, pengumpulan data parameter kajian juga perlu dilakukan (kelajuan angin, keamatan cahaya dan suhu persekitaran) menggunakan *lux meter* (untuk mengukur keamatan cahaya dalam unit lux) dan anemometer digital (mengukur kelajuan angin dan suhu). Selain itu, aplikasi *mobile maverick* digunakan bagi mengumpulkan koordinat bagi setiap stesen pensampelan yang ditetapkan sepanjang kutipan data dilakukan.

### 3.3 Analisis Statistik

*IBM SPSS Statistics 24* merupakan perisian statistic yang digunakan untuk menganalisa data biotik (bilangan individu burung berhijrah). Data biotik juga dianalisa menggunakan fungsi *independent t-test* (ujian parameter). Selain itu, ujian korelasi digunakan untuk menganalisis antara kedua-dua kawasan kajian. Prosedur ini untuk menguji sama ada parameter kajian bagi kedua-dua kawasan adalah berkaitan secara langsung dengan populasi burung air yang direkodkan. SPSS membantu dalam menentukan data yang diperolehi lebih tepat menggunakan kaedah statistik dan matematik. Ia juga membantu mengenalpasti sama ada hasil kajian menerima null hipotesis yang ditetapkan.

Selain itu, graf yang menunjukkan bilangan spesies burung air dan individu per stesen persampelan beserta carta status IUCN serta klasifikasi burung air mengikut famili ditunjukkan. Venn diagram dihasilkan untuk menunjukkan bilangan spesies burung air bagi setiap stesen pensampelan (Teluk Air Tawar dan Kuala Muda) dan kehadirannya bagi kedua-dua stesen pensampelan. Selain itu, *rank abundance diagram* juga dihasilkan bagi memudahkan penjelasan struktur biologi bagi spesies burung air di kedua-dua kawasan ini. *Shannon-Wiener*, *evenness index* dan *Margalef index* dihitung bagi menunjukkan kelimpahan, kekayaan dan hubungan spesies burung air dengan persekitarannya bagi kedua-dua kawasan kajian ini. Akhir sekali, *cluster analysis* bagi kedua-dua kawasan kajian juga dianalisis menggunakan pakej perisian *Multi-Variate Statistical (MVSP)* untuk menunjukkan indeks persamaan antara kedua-dua kawasan kajian (Teluk Air Tawar dan Kuala Muda).

### 3.4 Analisis GIS

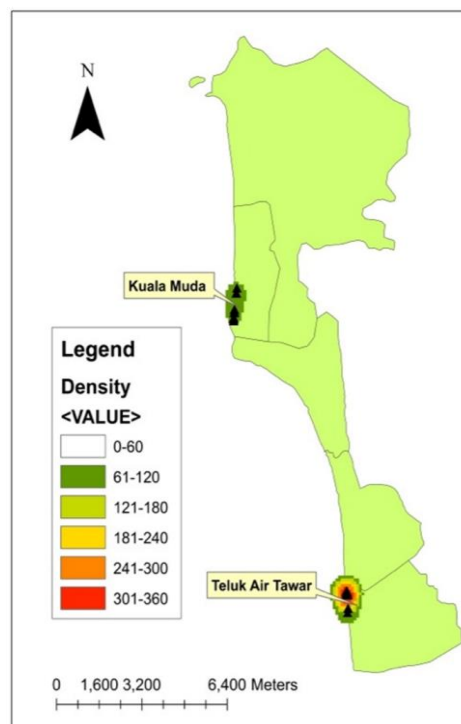
Kajian ini menggunakan pendekatan aplikasi sistem maklumat geografi (GIS) untuk tujuan analisis dan pemetaan. Perisian ArcGIS 10.6 telah digunakan dalam kajian ini untuk menganalisis kesan gunatanah terhadap taburan populasi burung air sekitar kawasan kajian. Dalam hal ini, fungsi *Inverse Distance Weighted (IDW)* telah digunakan yang membolehkan analisis kadar pengaruh faktor persekitaran bagi kajian ini termasuklah suhu, kelembapan dan keamatan cahaya. Untuk tujuan ini, faktor kajian dikelaskan kepada 6 bahagian iaitu terendah hingga yang tertinggi mengikut nilai suhu, kelembapan dan keamatan cahaya yang direkodkan. Selain itu, analisis ini juga digunakan untuk mengenalpasti hubungan populasi burung air terhadap jenis gunatanah yang dijalankan disini. Oleh kerana data gunatanah adalah bersifat kualitatif, perwakilan data digunakan dengan mengelaskan data kepada tiga kelas utama iaitu, gunatanah iaitu kelas 1

mewakili kawasan paya bakau (tidak terganggu), kelas 2 mewakili kawasan aktiviti perikanan dalam sangkar dan kelas 3 mewakili kawasan petempatan penduduk. Analisis ini penting untuk memetakan taburan gunatanah secara keseluruhan bagi kawasan kajian ini. Selain itu, aplikasi analisis spatial iaitu melalui fungsi *kernel density* analisis digunakan dalam kajian ini. Tujuan analisis ini adalah untuk menentukan stesen kajian yang menjadi tumpuan utama burung air berasaskan kepada pengkelasan yang telah ditetapkan. Dalam kajian ini, 6 pengelasan ditetapkan iaitu pada skala paling rendah sehingga paling tinggi berasaskan bilangan populasi burung air yang telah direkodkan. Analisis ini adalah kritikal dalam menentukan keperluan persekitaran dalam pemilihan habitat oleh burung air termasuk yang berhijrah.

#### 4. Hasil Kajian dan Perbincangan

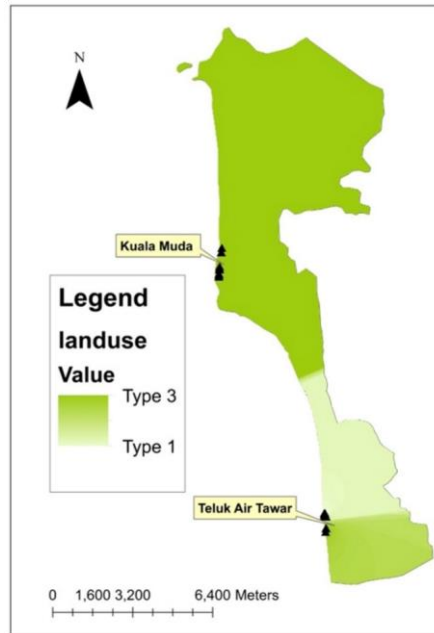
##### 4.1 Kesan perubahan persekitaran

Kajian ini menunjukkan taburan populasi burung air yang berbeza bagi kedua-dua kawasan kajian. Keadaan ini adalah kerana keadaan gunatanah yang berbeza bagi kedua-dua kawasan Kuala Muda dan Teluk Air Tawar. Berasaskan analisis yang dilakukan menggunakan *Independent-samples t-test*, perbezaan signifikan yang diperolehi untuk kawasan teluk air tawar ( $M=353.50$ ,  $SD=90.853$ ) dan Kuala Muda ( $M=140.17$ ,  $SD=48.775$ ) iaitu  $t(10) = 5.07$ ,  $p = .000$  yang menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan bagi populasi burung berhijrah di kawasan kajian. Keadaan ini dapat ditunjukkan secara jelas melalui hasil pemetaan yang menunjukkan beberapa stesen kajian sekitar Teluk Air Tawar menunjukkan bilangan kepadatan populasi burung berhijrah yang lebih tinggi berbanding Kuala Muda. Terdapat beberapa stesen kajian yang menunjukkan kepadatan tertinggi berbanding kawasan yang lain dengan bilangan individu melebihi 300 individu direkodkan di beberapa kawasan sekitar Teluk Air Tawar (Rajah 5).



Rajah 5 - Corak taburan populasi burung berhijrah

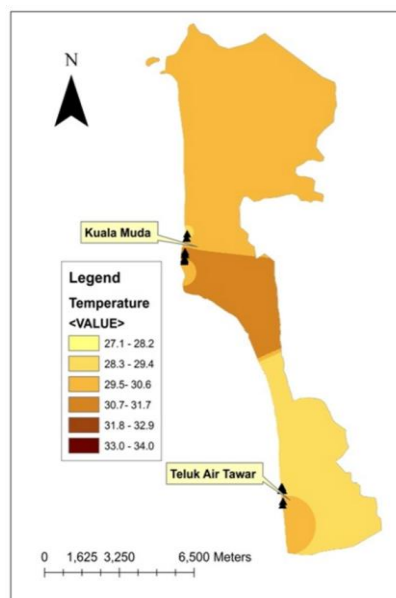
Hasil analisis ini menunjukkan kawasan Teluk Air Tawar menjadi tumpuan utama pelbagai spesies burung pantai termasuk yang berhijrah. Kawasan ini berhampiran dengan muara sungai yang menjadikannya bertebing tinggi serta dikelilingi kawasan pasir dengan air sungai yang cetek. Muara sungai menyebabkan pembentukan lumpur melalui proses sedimentasi yang memberi kesan kepada taburan burung termasuk burung air (Tian et al., 2008). Kawasan berlumpur dengan kadar enapan yang tinggi secara semulajadinya menyediakan sumber makanan yang diperlukan oleh burung air seperti kerangan, cacing, serangga dan lainnya serta habitat yang sesuai bagi pelbagai tumbuhan bakau yang menyediakan ruang bersarang bagi spesies burung air (Myers et al., 1980; Quammen, 1984; Mouritsen & Jensen, 1992). Struktur persekitaran Teluk Air Tawar yang masih bersifat semulajadi berbanding Kuala Muda menjadi faktor utama yang dikesan dalam kajian ini terhadap perbezaan taburan spesies burung air bagi kedua-dua kawasan ini. Kajian ini menunjukkan sumber makanan memainkan peranan yang sangat penting dalam pemilihan habitat burung air. Hasil analisis ini menyokong kajian terdahulu yang menunjukkan taburan spesies burung air dipengaruhi oleh kesediaan sumber makanan dalam habitatnya (McGrath et al., 2009).



**Rajah 6 - Jenis gunatanah**

Populasi tertinggi yang diperolehi adalah sebanyak 348 individu hasil pemerhatian di sub-stesen persampelan ke-3 (stesen persampelan ke-5) di kawasan teluk air tawar yang mempunyai suhu  $29.7^{\circ}\text{C}$ , sementara hanya seekor burung berhijrah ditemui di kawasan sub-persampelan pertama di stesen persampelan yang sama dengan suhu persekitaran sebanyak  $27.3^{\circ}\text{C}$ .

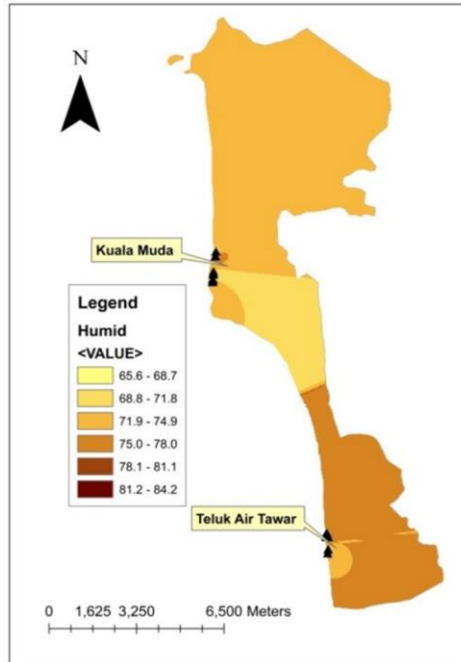
Di kuala muda, kepadatan populasi yang terendah direkodkan adalah sebanyak 6 individu yang telah direkodkan di sub-pensampelan ke-2 (stesen pensampelan ke-6) yang mempunyai suhu sebanyak  $31.7^{\circ}\text{C}$  dan kepadatan tertinggi direkodkan sebanyak 132 individu hasil pemerhatian di sub-persampelan 3 (stesen pensampelan ke-2) yang mempunyai suhu persekitaran sebanyak  $28.4^{\circ}\text{C}$  seperti yang ditunjukkan dalam (Rajah 7).



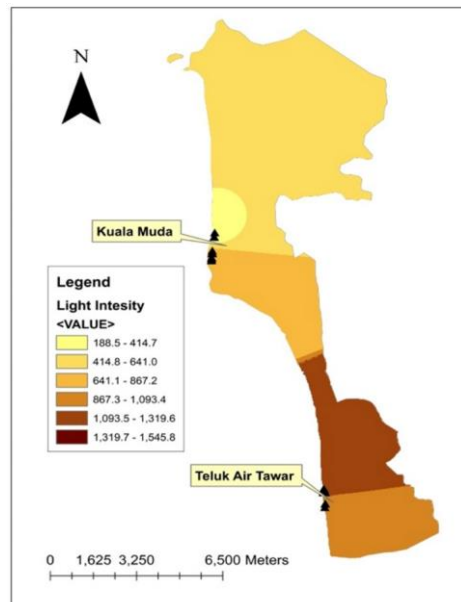
**Rajah 7 - Kadar suhu di kawasan kajian**

Selain itu, kawasan yang merekodkan bilangan populasi burung berhijrah tertinggi di Teluk Air Tawar (348 individu) mempunyai kadar kelembapan sebanyak 79.7 RH dan nilai keamatan cahaya sebanyak 1396 lx diperolehi, manakala kawasan yang terendah (1 individu) merekodkan kelembapan sebanyak 83.7 RH dan nilai keamatan cahaya

sebanyak 727 lx direkodkan. Kawasan Kuala Muda yang merekodkan bilangan individu tertinggi (132 individu) mempunyai nilai kelembapan sebanyak 83.0 RH dan keamatan cahaya sebanyak 0 lx, manakala kawasan individu terendah (6 individu) mempunyai nilai kelembapan sebanyak 72.6 RH dan keamatan cahaya sebanyak 713 lx diperolehi (Rajah 8 dan Rajah 9).



Rajah 8 - Kadar kelembapan kawasan kajian



Rajah 9 - Kadar keamatan cahaya di kawasan kajian



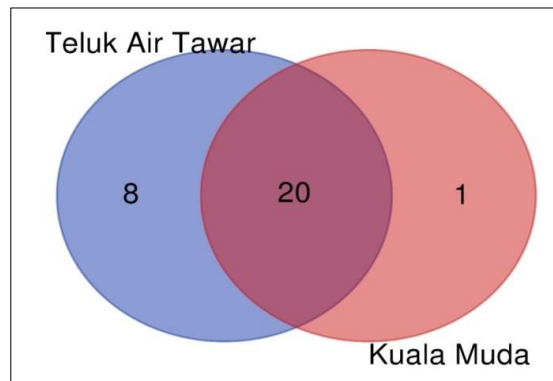
## 4.2 Kepelbagaian dan Kekayaan Spesis

Selain itu, kawasan teluk air tawar juga menunjukkan tahap kelimpahan spesis yang tinggi berbanding kelimpahan spesis burung air yang diperolehi di kawasan kuala muda yang menunjukkan tahap kelimpahan spesis yang normal. Analisis Shannon-Wiener Index ( $H'$ ) yang dilakukan menunjukkan perolehan bagi kedua-dua kawasan Teluk Air Tawar dan Kuala Muda adalah 1.0646 dan 0.8679. Hasil analisis ini menunjukkan kawasan teluk air tawar mempunyai kepelbagaian spesis yang tinggi. Kajian ini juga menilai indeks kesamarataan spesis bagi kedua-dua kawasan kajian mengikut tahap indeks antara 0 hingga 1. Kawasan teluk air tawar menunjukkan nilai indeks kesamarataan sebanyak 0.7356 dan kuala muda sebanyak 0.6465. Kedua-dua nilai indeks adalah menghampiri nilai 1 yang menunjukkan kesamarataan populasi adalah tinggi bagi kedua-dua kawasan. Selain itu, kajian ini juga menentukan indeks kekayaan spesis berasaskan Margalef index. Kekayaan spesis yang tinggi turut ditunjukkan di kawasan teluk air tawar dengan nilai 3.5250 berbanding kawasan kuala muda sebanyak 2.9687 (Jadual 2).

**Jadual 2 - kepelbagaian, kesamarataan dan kekayaan spesis di Teluk Air Tawar dan Kuala Muda**

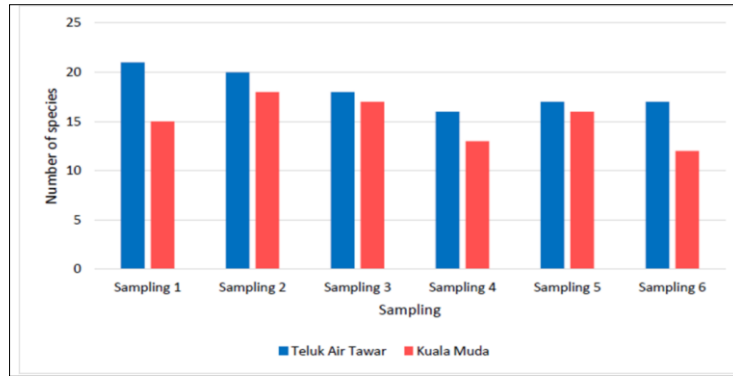
Lokasi	Shannon-wiener index	Indeks kesamarataan	Margalef Index
Teluk Air Tawar	1.0646	0.7356	3.5250
Kuala Muda	0.8679	0.6465	2.9687

Kajian ini turut mengenalpasti kehadiran spesis burung air berhijrah bagi kedua-dua kawasan kajian yang difokuskan. Sebanyak 8 spesis burung berhijrah yang dikenalpasti tidak menjadikan kawasan kuala Muda sebagai tempat berehat dan mencari makanan iaitu spesis *Great Knot* (*Calidris tenuirostris*), *Ruddy turnstone* (*Arenaria interpres*), *Grey Plover* (*Pluvialis squatarola*), *Marsh sandpiper* (*Tringa stagnatilis*), *Broad-billed sandpiper* (*Calidris falcinellus*), *Asian dowitcher* (*Limnodromus semipalmatus*), *Little stint* (*Calidris minuta*) and *Whiskered tern* (*Chlidonias hybridus*) seperti Rajah 2 di bawah.



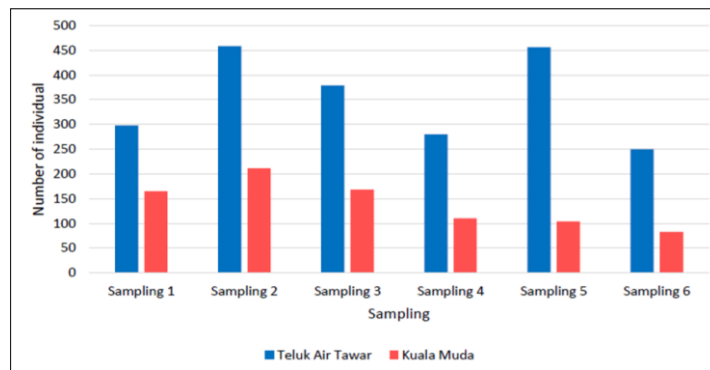
**Rajah 2 - Venn diagram menunjukkan kehadiran spesis burung berhijrah Teluk Air Tawar dan Kuala Muda**

White-winged tern (*Chlidonias leucopterus*) merupakan satu-satunya spesis yang tidak dikesan di Teluk Air Tawar berdasarkan pemerhatian sepanjang kajian lapangan yang dilakukan. Terdapat 20 spesis yang dikesan di kedua-dua kawasan kajian, seperti Red-necked stint, Eurasian curlew dan Bar-tailed godwit. Bilangan spesis tertinggi dikenalpasti di kawasan Teluk Air Tawar sepanjang sesi pertama pensampelan dilakukan dan paling rendah diperolehi semasa sesi keempat pensampelan. Bilangan spesis meningkat semula pada sesi kelima pensampelan. Di kuala muda, bilangan spesis tertinggi dikenalpasti pada sesi kedua pensampelan dan paling sedikit atau rendah pada sesi ke enam pensampelan (Rajah 3).



**Rajah 3 - Bilangan spesies burung berhijrah yang direkodkan**

Kedua-dua kawasan pensampelan menunjukkan bilangan individu tertinggi semasa sesi kedua pensampelan dan paling rendah pada sesi keenam pesampelan. Bilangan individu melalui enam sesi pensampelan tidak mempunyai corak yang tetap (Rajah 4).



**Rajah 4 - Bilangan individu burung berhijrah yang direkodkan**

## 5. Kesimpulan

Program pemantauan burung berhijrah telah dilakukan di pelbagai negara diperingkat antarabangsa, yang dilakukan bagi memahami keperluan populasi spesies burung berhijrah secara keseluruhan (Sandilyan *et al.*, 2010). Melalui kajian ini, pemerhatian dan analisis pola taburan populasi burung berhijrah di sekitar kawasan kajian iaitu Teluk Air Tawar dan Kuala Muda dapat dilakukan menggunakan analisis berasaskan ruang menggunakan aplikasi sistem maklumat geografi (GIS). Hasil pemerhatian dan analisis yang dilakukan menggunakan teknik independent samples t-test dapat menunjukkan secara jelas perbezaan yang signifikan bagi populasi burung berhijrah sekitar kawasan kajian. Bilangan individu burung berhijrah dikawasan Teluk Air Tawar (TWT) adalah lebih tinggi berbanding kawasan Kuala Muda (KM) dan dapat ditunjukkan menggunakan hasil pemetaan kawasan tumpuan utama burung berhijrah yang dihasilkan dari data lapangan yang direkodkan menggunakan perisian GIS. Hasil pemetaan ini menunjukkan Teluk Air Tawar menjadi habitat terpenting bagi spesies burung berhijrah berbanding kawasan Kuala Muda.

Berdasarkan pemerhatian yang dilakukan menunjukkan beberapa faktor mempengaruhi kepadatan spesies burung berhijrah yang berbeza bagi kedua-dua kawasan kajian ini. Kawasan teluk air tawar mempunyai kawasan hutan paya bakau yang lebih besar, kawasan berlumpur dan mempunyai kelimpahan sumber makanan yang tinggi yang menjadi tarikan utama kepada spesies burung berhijrah untuk mendapatkan makanan dan ruang rehat mereka. Kawasan kuala muda tidak mempunyai hutan paya bakau, tanah berpasir, pesisir yang berbatu dan kurang kawasan berlumpur yang boleh menarik kedatangan spesies burung berhijrah. Kuala muda juga mempunyai kawasan yang terganggu dengan pelbagai aktiviti manusia seperti aktiviti perikanan, petempatan penduduk dan berhampiran dengan laluan darat utama yang kurang sesuai untuk burung berhijrah mendapatkan makanan dan berehat.

Namun begitu, hanya satu spesies yang tidak memilih kawasan Teluk air tawar sebagai kawasan pencarian makanan dan berehat, malah memilih Kuala Muda sebagai lokasi hentian tumpuan mereka. Antaranya seperti Whitewinged tern (*Chlidonias leucopterus*), yang lebih memilih habitat daratan seperti berhampiran kawasan tasik dan pesisir bebatu, kawasan timbunan, lahuna dan paya bakau yang boleh ditemui di kawasan Kuala Muda (Del Hoyo *et al.*, 1996).

Dapatan kajian ini juga menunjukkan perisian GIS dapat menggantikan teknik konvensional yang masih banyak diamalkan dalam kajian berkaitan burung berhijrah kepada pegurusan data kajian yang lebih baik, bersistematik dan hasil analisis yang lebih tepat. Pemetaan kawasan tumpuan utama dalam kajian ini menunjukkan Teluk Air Tawar Sebagai

kawasan yang menjadi tarikan utama burung berhijrah berasaskan kepadatan populasi yang tinggi direkodkan. Hasil analisis ini amat membantu dalam pelaksanaan pemuliharaan persekitaran kawasan teluk air tawar bagi menjamin kedatangan pelbagai spesies burung berhijrah pada masa akan datang terutamanya dari spesies yang berhijrah. Spesies burung berhijrah, Great Knot (*Calidris tenuirostris*) merupakan spesies terancam kepupusan yang ditemui di kawasan ini untuk mendapatkan makanan dan berehat.

Faktor abiotik bagi kawasan kajian ini iaitu suhu, kelembapan dan keamatan cahaya yang diperolehi melalui kajian ini dianalisis untuk melihat hubungan setiap faktor ini terhadap kepadatan populasi burung berhijrah di kedua-dua kawasan kajian (teluk air tawar dan kuala muda). Hasil penganalisaan yang dilakukan mendapati ketiga-tiga faktor abiotik ini tidak memberi kesan kepada populasi burung berhijrah di kawasan kedua-dua kawasan kajian.

## Penghargaan

Penulis ingin memberi penghargaan kepada Pusat Pengajian Sains Kajihayat dan Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan, Universiti Sains Malaysia.

## Rujukan

- BirdLife International. (2000). *Threatened birds of the world*. Lynx Edicions and BirdLife, Barcelona and Cambridge, UK
- Brown, G., Strickland-Munro, J., Kobryn, H., & Moore, S. A. (2016). Stakeholder analysis for marine conservation planning using public participation GIS. *Applied Geography*, 67: 77-93
- Caniani, D., Labella, A., Lioi, D. S., Mancini, I. M., & Masi, S. (2016). Habitat ecological integrity and environmental impact assessment of anthropic activities: A GIS-based fuzzy logic model for sites of high biodiversity conservation interest. *Ecological indicators*, 67, 238-249
- Cunningham, J. A., Kesler, D. C., & Lanctot, R. B. (2016). Habitat and social factors influence nest-site selection in Arctic-breeding shorebirds. *The Auk: Ornithological Advances*, 133(3), 364-377
- Del Hoyo, J., Elliott, A., & Sargatal, J. (1996). Hoatzin to auks. *Handbook of the Birds of the World*, 3
- Gilg, O., Kovacs, K. M., Aars, J., Fort, J., Gauthier, G., Grémillet, D., ... & Schmidt, N. M. (2012). Climate change and the ecology and evolution of Arctic vertebrates. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1249(1): 166-190
- Howell, S. N., Lewington, I., & Russell, W. (2014). *Rare Birds of North America*. Princeton University Press.
- Hua, N., Tan, K. U. N., Chen, Y., & Ma, Z. (2015). Key research issues concerning the conservation of migratory shorebirds in the Yellow Sea region. *Bird Conservation International*, 25(1): 38-52
- Kedah and Penang, MY (April.2018). Google Maps. Google. Retrieved from <https://www.google.com/maps/place/Kedah/@5.6349912,100.3059995,11.29z/data=!4m5!3m4!1s0x304976135f4045a1:0x6ce483110aab4ea4!8m2!3d6.1183964!4d100.3684595>
- Lateh, H., & Muniandy, V. (2017). GIS dalam pendidikan geografi di Malaysia: Cabaran dan potensi (GIS in the Malaysian geography education: Challenges and potentials). *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 7(1)
- Lee, Shing Yip, Jurgene H. Primavera, Farid Dahdouh - Guebas, Karen McKee, Jared O. Bosire, Stefano Cannicci, Karen Diele et al. "Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment." *Global Ecology and Biogeography* 23, no. 7 (2014): 726-743
- Lunardi, V. O., Macedo, R. H., Granadeiro, J. P., & Palmeirim, J. M. (2012). Migratory flows and foraging habitat selection by shorebirds along the northeastern coast of Brazil: the case of Baía de Todos os Santos. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 96: 179-187
- Nilsson, C., Klaassen, R. H., & Alerstam, T. (2013). Differences in speed and duration of bird migration between spring and autumn. *The American Naturalist*, 181(6): 837-845
- Pandiyani, J., & Asokan, S. (2016). Habitat use pattern of tidal mud and sand flats by shorebirds (charadriiformes) wintering in southern India. *Journal of coastal conservation*, 20(1), 1-11

- Peters, K. A., & Otis, D. L. (2007). Shorebird roost - site selection at two temporal scales: is human disturbance a factor?. *Journal of Applied Ecology*, 44(1): 196-209
- Radan, A., Latifi, M., Moshtaghi, M., Ahmadi, M., & Omid, M. (2017). Determining the sensitive conservative site in Koleh Ghazi National Park, Iran, in order to management wildlife by using GIS software
- Suman, D. (2014). Panama Bay Wetlands: Case Study of a Threatened Ecosystem. *Water Resources and Wetlands*, 366-371
- Tahir, Z., & Malek, J. A. (2017). Pemantauan percanggahan guna tanah bandar dan tanah pertanian menggunakan Sistem Maklumat Geografi (GIS) (Monitoring land use conflict between urban and agricultural land using Geography Information System (GIS)). *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 13(3)
- Tenório, G. S., Souza-Filho, P. W. M., Ramos, E. M., & Alves, P. J. O. (2015). Mangrove shrimp farm mapping and productivity on the Brazilian Amazon coast: Environmental and economic reasons for coastal conservation. *Ocean & Coastal Management*, 104, 65-77
- Tien Bui, D., Le, K. T., Nguyen, V., Le, H., & Revhaug, I. (2016). Tropical forest fire susceptibility mapping at the Cat Ba National Park Area, Hai Phong City, Vietnam, using GIS-based kernel logistic regression. *Remote Sensing*, 8(4), 347
- Zakaria, M., & Rajpar, M. N. (2010). Bird species composition and feeding guilds based on point count and mist netting methods at the Paya Indah Wetland Reserve, Peninsular Malaysia. *Tropical life sciences research*, 21(2): 7
- Zheng, Z., Fu, B., & Feng, X. (2016). GIS-based analysis for hotspot identification of tradeoff between ecosystem services: a case study in Yanhe Basin, China. *Chinese geographical science*, 26(4), 466-477