

Perubahan guna tanah paya bakau di Malaysia: Satu ulasan sistematik

Nurul Najwa Rosli¹, Nuriah Abd Majid², Siti Norsakinah Selamat²

¹Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia,

²Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia

Correspondence: Nuriah Abd Majid (email: nurrie999@gmail.com)

Received: 21 September 2022; Accepted: 17 January 2023; Published: 24 February 2023

Abstrak

Paya bakau merupakan sebuah sumber ekologi yang berharga. Ekosistem paya bakau memainkan peranan penting dalam membekalkan sumber kayu, habitat untuk pelbagai spesies, tapak pengumpulan mendapan, karbon dan nutrien, memberi perlindungan dari hakisan, bertindak sebagai zon penampungan, menstabilkan garis pantai dan tebing sungai. Hal ini telah mengakibatkan pelbagai peringkat pengubahsuaian dalam guna tanah paya bakau untuk memenuhi keperluan manusia. Pelbagai penyelidikan dan artikel telah dijalankan di seluruh dunia mengenai perubahan penggunaan tanah hutan paya bakau tropika dengan penggunaan teknologi penderiaan jauh dan Sistem Maklumat Geografi (GIS). Objektif kajian ini adalah untuk meneliti keberkesanan teknologi penderiaan jauh dan GIS dalam penentuan perubahan guna tanah di kawasan paya bakau. Kajian ini merumuskan hasil kajian paya bakau dengan menggunakan GIS secara spesifikasinya dalam negara Malaysia dari tahun 2001 sehingga 2021. Ulasan yang sistematik adalah kaedah analisis hasil proses dan sumber dari *Google Scholar* ($n=125$), *Scopus* ($n=10$), *Web of Science* (WoS) ($n=9$). Penemuan menunjukkan satelit penderiaan jauh dan GIS merupakan aplikasi yang telah digunakan secara meluas dalam kajian hutan paya bakau dalam beberapa tahun kebelakangan dan menyumbang kepada kajian pemantauan perubahan guna tanah di kawasan hutan paya bakau. Penemuan juga mendedahkan parameter untuk guna tanah dan indeks vegetasi yang telah digunakan dalam isu semasa perubahan guna tanah paya bakau di kawasan tropika. Kajian ini turut menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) yang ke 14 yang berfokus kepada pemuliharaan dan perlindungan terhadap lautan dan pantai secara mampan dan mengiktiraf nilai bakau dalam kalangan masyarakat.

Kata Kunci: GIS, guna tanah, Malaysia, paya bakau, penderiaan jauh

Land use changes of mangrove swamp in Malaysia: A systematic review

Abstract

Mangrove is a valuable ecological resource. Mangrove ecosystems play an important role in providing wood resources, habitat for various species, accumulation sites for sediments, carbon, and nutrient, providing protection from erosion, acting as a buffer zone, and stabilizing coastlines

and riverbanks. This has resulted in various levels of modification in mangrove land use to meet human needs. Various research and articles have been conducted around the world on the land use changes in tropical mangrove swamps with the use of remote sensing technology and Geographic Information Systems (GIS). The objective of this study is to review the effectiveness of remote sensing technology and GIS in determining land use change in mangrove forest areas in Malaysia. This study summarizes the mangrove study results by using GIS according to its specifications in Malaysia from year 2001 to 2021. The systematic review is a method that analyzes the results of the process and sources from Google Scholar (n=125), Scopus (n=10), and Web of Science (WoS) (n=9). The findings show that remote sensing and GIS applications have been widely used in the study of mangrove forests in recent years and contribute to the monitoring of land use changes in the mangrove forest area. The findings also reveal parameters for land use and vegetation indices that have been used in the current issue of mangrove land use change in tropical areas. This study also supports the 14th Sustainable Development Goal (SDG) which focuses on the conservation and protection of oceans and coastal areas in a sustainable manner and recognizes the value of mangroves in the community.

Keywords: GIS, land use, Malaysia, mangrove, remote sensing

Pengenalan

Ekosistem paya bakau mempunyai sistem ekologi yang sangat penting sebagai sumber bekalan makanan dan habitat untuk haiwan di daratan dan marin (Nagelkerken et al., 2008; Field et al., 1998). Hutan paya bakau bercirikan kawasan dataran yang berlumpur termasuklah pokok tropika yang tumbuh di kawasan garis pantai (Field, 1999). Paya bakau adalah antara ekosistem yang paling produktif dalam membekalkan pelbagai jenis perkhidmatan dan manfaat kepada manusia di samping kelebihan kepada sistem pantai dan hidupan marin (Giri et al., 2011; Valiela et al., 2001). Taburan paya bakau di dunia meliputi anggaran sebanyak 15.6 juta sehingga 19.8 juta ha mengikut Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2007) dan mengalami degradasi hampir 20 hingga 35 peratus hasil kajian di seluruh dunia (Carugati et al., 2018; Valiela et al., 2001; Alongi, 2002).

Menurut Richards dan Friess (2016), hutan paya bakau di kawasan Asia Tenggara telah berkurang sebanyak 0.18% bersamaan dengan melebihi 100,000 ha. Ekosistem paya bakau juga dilihat semakin pupus di sepanjang pantai timur India dan kebanyakan kawasan di Thailand mengalami masalah yang sama hasil kajian Blasco et al. (2001). Hutan paya bakau di Malaysia meliputi kira-kira 577,500 ha dan terdapat lebih 60 jenis paya bakau (Kamaruzaman, 2013; Zuhairi et al., 2019). Walau bagaimanapun, dalam beberapa dekad kebelakangan ini, perbandaran dan perindustrian yang pesat telah memberi ancaman kepada kawasan paya bakau. Paya bakau telah mula dieksplotasi secara berlebihan dan berubah kepada pelbagai bentuk guna tanah yang lain termasuklah pertanian, akuakultur, jalan pantai, perbandaran dan perindustrian (Giri et al., 2011; Richards & Friess, 2016; Madihah et al., 2018; Maya Liyana et al., 2020). Selain itu, menurut Richard & Friess (2016) projek pembangunan di kawasan pantai dilihat sebagai satu ancaman kepada ekosistem paya bakau. Polidoro et al. (2010) meramalkan aktiviti antropogenik yang tidak terkawal akan memberi kesan yang buruk terhadap ekosistem pantai. Tambahan pula, tanah berhampiran sungai dan pantai mempunyai nilai dan rendah. Hal ini telah menarik pemaju untuk

membangunkan kawasan dan menyebabkan kemusnahan kepada paya bakau (Dasgupta & Shaw, 2013).

Pengesanan dan pemantauan melalui teknologi GIS dan penderiaan jauh merupakan jalan pantas dalam mendapatkan data untuk dinilai (Thakur et al., 2012). Kepentingan teknologi penderiaan jauh dalam kajian ekosistem paya bakau tidak dapat dipertikaikan kerana skalanya yang besar hampir 10,000km² (Blasco et al., 2001), terutamanya menentukan kadar perubahan guna tanah yang berlaku. Tambahan itu, jumlah populasi yang semakin meningkat, pengeluaran makanan, pembangunan industri dan bandar secara global menyebabkan perubahan guna tanah hutan paya bakau telah berlaku secara drastik sehingga menyebabkan ianya sukar untuk diukur jika tidak menggunakan sebarang teknologi. Penderiaan jauh merupakan salah satu cara untuk mendapatkan maklumat ekologi paya bakau terutama tahap degradasi, hakisan, kanopi paya bakau, pencemaran dan sebagainya (Blasco et al., 1998). Kajian persekitaran hutan bakau telah meningkat sejak beberapa dekad yang lalu, namun terdapat jurang kajian mengenai penggunaan teknologi penderiaan jauh dan GIS dalam memantau perubahan guna tanah paya bakau di Malaysia. Oleh itu, kajian ini akan meneliti keberkesanan teknologi penderiaan jauh dan GIS dalam penentuan perubahan guna tanah di kawasan paya bakau.

Kajian literatur

Guna tanah hutan paya bakau-senario di Malaysia

Hutan paya bakau di Malaysia terletak di bawah bidang kuasa pelbagai pengurusan di peringkat persekutuan, negeri dan tempatan. Keseluruhan 60 spesies bakau yang terdapat di seluruh Malaysia (Kamaruzaman, 2013) menjadikan paya bakau sebuah ekologi yang menarik untuk tujuan pendidikan, kajian, rekreasi dan ekopelancongan. Kebanyakan paya bakau di Malaysia terletak di sepanjang pantai barat. Hal ini kerana, hutan paya bakau merupakan hutan yang wujud di kawasan yang lembap dan tertumpu di kawasan pantai yang berselut khususnya di kawasan pantai barat Semenanjung Malaysia. Selain itu, kedudukan pantai barat terlindung dengan Pulau Sumatera menyebabkan kawasan ini terlindung daripada ombak yang kuat telah membantu proses pertumbuhan pokok bakau. Berbeza dengan Laut China Selatan yang terletak di sebelah pantai timur Semenanjung Malaysia merupakan kawasan pantai yang terdedah daripada ombak yang kuat dan merupakan kawasan pantai yang berpasir. Hanya taburan kecil yang dikenalpasti di kawasan tersebut dan menutupi 0.5 km hingga 1 km muara sungai hingga ke pedalaman. Di Sarawak, hutan paya bakau terdapat di muara Sungai Rajang, dan Trusan-Lawas, manakala di Sabah, menurut Tangah (2017) paya bakau mendominasi di pantai timur yang menghadap Laut Sulu dan Sulawesi (Chong, 2006; Nurul, 2016).

Sejumlah 409,483 ha telah diwartakan dan dijadikan kawasan perlindungan menurut Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar Malaysia (KeTSA, 2016). Pembangunan pantai di Malaysia telah bertambah baik dalam tempoh 20 tahun yang lalu untuk memenuhi permintaan pelancongan (Muhammad Akhir, 1994). Litupan bakau masih tinggi bilangannya terutama di kawasan Semenanjung Sabah dan Sarawak namun hutan paya bakau juga sering terganggu ekosistemnya. Selain itu juga, hutan paya bakau diancam dengan penyahutan untuk pembangunan manusia dan perubahan iklim (Dasgupta & Shaw, 2013). Populasi penduduk di Malaysia meningkat daripada 23.71 juta penduduk pada tahun 2001 kepada 32.75 juta penduduk pada tahun 2021 (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2001; 2021) telah menggambarkan pembangunan

yang telah dijalankan dan tekanan terhadap guna tanah paya bakau yang telah dieksploitasi menjadi kawasan guna tanah baru untuk memenuhi keperluan manusia.

Kajian mengenai guna tanah payah bakau di Malaysia membongkarkan pelbagai faktor yang menyebabkan perubahan guna tanah paya bakau dalam kajian mereka (Seca et al., 2014; Olaniyi et al., 2012; Nguyen, 2014; Noor Shaila et al., 2016; Kasturi Devi et al., 2015; Hamdan et al., 2016; Richards and Friess, 2016; Suratman & Ahmad, 2012; Pourebrahim, Hadipour & Mokhtar, 2015; Nedal, Sharifah & Johari, 2007). Kajian mereka juga merumuskan paya bakau melalui perubahan yang ketara terutama bagi kajian yang membezakan julat tahun yang agak lama. Penukaran hutan bakau kepada kawasan akuakultur, pertanian, pembangunan bandar, penempatan dan ekopelancongan (Giri et al., 2008; Kathiresan & Bingham, 2001; Primavera, 1997), eksploitasi hutan paya bakau, pencemaran domestik dan industri, dan pelupusan sisa (Wasserman et al., 2000).

Penggunaan GIS dalam kajian paya bakau

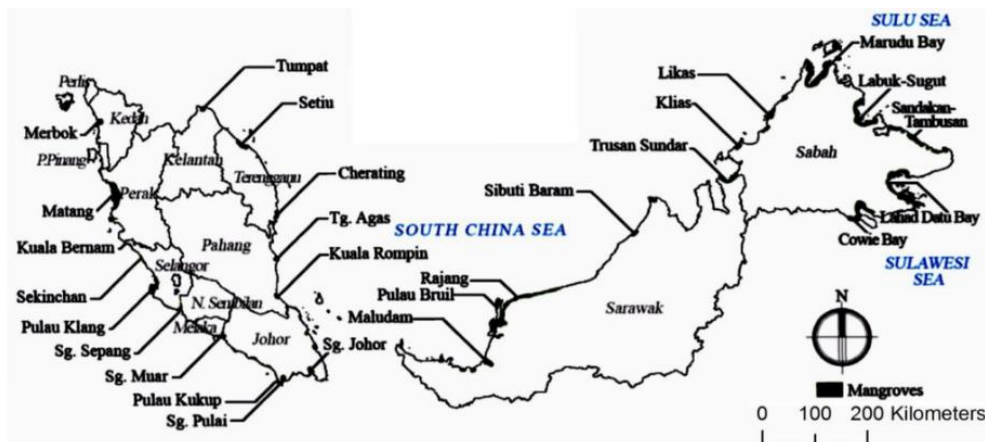
Teknologi penderiaan jauh dan GIS adalah satu pencapaian dalam bidang teknologi yang digunakan secara meluas dalam banyak sektor di seluruh dunia (Behara et al., 2018). Potensi penggunaan teknologi penderiaan jauh dan GIS telah membantu saintis, kerajaan dan penyelidik membuat perancangan dan keputusan dalam pengurusan sumber semula jadi dan persekitaran bakau (Hu et al., 2018). Beberapa dekad kebelakangan ini, teknologi GIS dan penderiaan jauh telah menunjukkan penggunaan yang ketara dalam kajian paya bakau terutamanya untuk pemetaan, pengenalpastian, pemantauan dan pengesanan perubahan. Antara kelebihan menggunakan teknologi ini dalam kajian paya bakau adalah keupayaannya dalam menghasilkan skala yang besar, penjimatan masa dan data yang boleh diakses untuk jangka masa panjang (Lee & Yeah, 2009). Data daripada penderiaan jauh diperoleh melalui resolusi spatial yang berbeza bagi kajian paya bakau. Sebagai contoh, imej resolusi sederhana seperti Siri Landsat, MODIS, SPOT, imej resolusi tinggi seperti Quickbird, IKONOS, WorldView-3, imej hiperspektral dan radar.

GIS dan penderiaan jauh menyediakan maklumat penting seperti inventori habitat (penentuan keluasan, spesies dan komposisi, status kesihatan), pengesanan dan pemantauan perubahan (guna tanah, litupan tanah, lokasi pemuliharaan dan penghutan semula paya bakau, pembangunan akuakultur), penilaian ekosistem, anggaran biojisim, pengurusan dalam sektor (perikanan, akuakultur), pengurusan pemuliharaan dan pemeliharaan, tinjauan lapangan, penilaian kualiti air dan pengurusan bencana (Bhandari et al., 2012; Ibrahim et al., 2013; Afirah et al., 2016; Haslina et al., 2019). Teknologi GIS mempunyai kecekapannya yang tinggi dalam pemprosesan maklumat, pengesanan perubahan di samping menyediakan maklumat kemas kini yang berterusan dan penilaian yang terperinci terhadap perubahan guna tanah pantai (Nedal et al., 2007). Kebanyakkan laporan yang diterima adalah berdasarkan pemetaan dengan kaedah asas tradisional. Keadaan ini telah menyebabkan kerja-kerja pemetaan menjadi rumit dan mengambil masa yang lama (Dat & Yoshino, 2011; 2015). Tambahan itu, pemetaan hutan paya bakau memerlukan ketepatan yang tinggi dan maklumat yang terkini. Oleh itu, teknologi penderiaan jauh dan GIS merupakan satu-satunya kaedah yang paling berkesan dalam pemetaan perubahan hutan paya bakau. Hasil daripada pemetaan ini, akan terhasil maklumat dan data yang lengkap untuk dirujuk oleh pihak berkuasa tempatan dan kerajaan dalam memastikan pengurusan guna tanah paya bakau lebih berkesan dan cekap.

Kawasan kajian

Kawasan kajian yang dipilih adalah Malaysia. Malaysia terbahagi kepada dua kawasan iaitu Semenanjung Malaysia (Malaysia Barat) dan Borneo Malaysia yang terdiri daripada dua negeri iaitu Sabah dan Sarawak (Malaysia Timur). Malaysia berada antara longitud dan latitud 4.2105°U dan 101.9758°T dengan jumlah keluasan $330,534\text{ km}^2$ (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2021). Sabah dan Sarawak mendominasi keluasan Malaysia dengan $198,115\text{ km}^2$ manakala Semenanjung Malaysia dengan $131,732\text{ km}^2$. Malaysia dikenali sebagai sebuah negara hutan hujan tropika dengan purata hujan 2400 mm setiap tahun dan mempunyai iklim panas dan lembap sepanjang tahun. Purata suhu harian di seluruh Malaysia adalah antara 21°C hingga 32°C . Malaysia juga mengalami monsun, Monsun Barat Daya (April hingga September) dan Monsun Timur Laut (Oktober hingga Mac).

Kawasan kajian ini meliputi keseluruhan ekosistem paya bakau di Malaysia. Merujuk Rajah 1, hutan paya bakau di Malaysia Sabah (60%), Sarawak (22%) dan Semenanjung Malaysia (18%) (Omar et al., 2018). Bakau ditemui terutamanya di sepanjang pantai barat Semenanjung Malaysia, pantai barat Sarawak dan pantai timur Sabah. Selain kelebihan paya bakau dalam melindungi pinggir pantai, menjadi habitat spesies lain, paya bakau juga mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan mampu memberi pulangan yang lumayan kepada pendapatan negara dari segi perubatan, bahan bakar dan bahan binaan.



Sumber: Kasturi Devi et al., 2015

Rajah 1. Peta lokasi paya bakau

Metodologi

Ulasan sistematik ini dijalankan bagi mendapatkan maklumat terperinci mengenai perubahan guna tanah paya bakau di Malaysia. Bahagian ini akan membincangkan kaedah untuk mendapatkan bahan dan artikel yang berkaitan dengan guna tanah paya bakau yang menggabungkan lima bahagian penting iaitu PRISMA, sumber, kriteria pemilihan dan pengecualian, prosedur semakan sistematik dan analisis data.

PRISMA

Kaedah piawaian PRISMA (Item Pelaporan Pilihan untuk Ulasan Sistemik dan Meta-Analisis) telah dijalankan. Menurut Mohamed Shaffril et al. (2021), PRISMA merupakan percubaan rawak dengan membenarkan carian frasa yang berkaitan dengan kajian. Umumnya, piawaian ini diperlukan untuk membimbing penulis dengan maklumat yang berkaitan dan membolehkan mereka untuk menilai dan menganalisis hasil.

Sumber

Kajian ini melibatkan tinjauan sistematik ke atas repositori *Google Scholar*, *Web of Science* dan *Scopus*. *Google Scholar* adalah satu pangkalan data carian yang popular. Haddaway et al. (2015) mendakwa bahawa *Google Scholar* boleh bertindak sebagai pangkalan data sokongan yang baik dalam proses pencarian. *Web of Science* pula merupakan pangkalan data yang mempunyai lebih daripada pelbagai disiplin yang boleh dirujuk. Tambahan iu, *Scopus* adalah pangkalan data yang meliputi pelbagai jenis terbitan jurnal, buku, penerbitan persidangan dan sebagainya dengan petikan dan abstrak (Gusenbauer, 2019).

Proses ulasan sistematik

Proses ulasan sistematik merangkumi empat peringkat utama untuk memperoleh sumber yang relevan iaitu, Pengenalpastian, Saringan, Kelayakan dan Pengekstrakan Data.

a. Pengenalpastian

Peringkat pertama untuk menjalankan ulasan sistematik adalah pengenalpastian. Pengenalpastian boleh dilakukan melalui penggunaan kata kunci, istilah kamus, ensiklopedia dan sebagainya untuk mencari kajian yang relevan. Kata kunci yang digunakan akan membantu dalam mencari rentetan artikel yang berkaitan. Hasil pengenalpastian yang dijalankan, sebanyak 142 artikel telah diperolehi, 125 artikel telah dijumpai di *Google Scholar*, 9 artikel dari *WoS* dan 10 dari *Scopus*. Kesemua pencarian artikel dilakukan di setiap pangkalan data bermula dari tahun 2001 sehingga 2021 bagi mendapatkan artikel yang berkaitan. Pencarian untuk ketiga-tiga pangkalan data telah menggunakan kata kunci seperti tersenarai dalam Jadual 1.

Jadual 1. Carian melalui kata kunci

Pangkalan data	Kata kunci
Google Scholar	(“landuse*mangrove”) OR (“landcover*mangrove*gis*Malaysia”) OR (“mangrove*gis*Malaysia”) OR (“landuse*mangrove”) AND (“mangrove”) (“landuse mangrove”) (“landuse mangrove gis Malaysia”) (“landcover mangrove gis Malaysia”) (“LULC”)
Web of Science	TS = (“mangrove*landuse*gis*”OR “mangrove* landcover*gis*Malaysia*” OR “mangrove* gis* Malaysia*” OR “landuse* mangrove*”AND (mangrove* OR LULC* OR gis*))
Scopus	TITLE-ABS-KEY(“mangrove*landuse*gis*”OR “mangrove* landcover*gis*Malaysia*” OR “mangrove* gis* Malaysia*” OR “landuse* mangrove*”AND (mangrove* OR LULC* OR gis*))

b. Saringan

Peringkat kedua dalam ulasan sistematik adalah saringan. Saringan dijalankan untuk mengumpulkan semua artikel yang berkaitan dengan topik kajian dan mengecualikan artikel atau bahan yang tidak berkaitan selepas pencarian dan pengenalpastian melalui kata kunci. Sebanyak 142 artikel yang telah disaring menggunakan kriteria pemilihan dan pengecualian termasuklah jenis literatur, garis masa, negara dan wilayah dan pengkhususan kajian. Kajian ini akan berfokus kepada jurnal penyelidikan dan mengecualikan kajian yang menyerupai artikel ulasan dan bab dalam buku. Kriteria untuk penerbitan adalah dari tempoh 2001 sehingga 2021 sahaja. Kriteria Geografi bagi kajian ini adalah di Semenanjung Malaysia, Sabah dan Sarawak. Akhir sekali, untuk pengkhususan, kajian ini hanya memilih artikel yang menggunakan GIS dan penderiaan jauh dalam kajian mereka. Hasil saringan mengikut kriteria pemilihan dan pengecualian, sebanyak 77 artikel telah dikecualikan.

Jadual 2. Kriteria pemilihan dan pengecualian

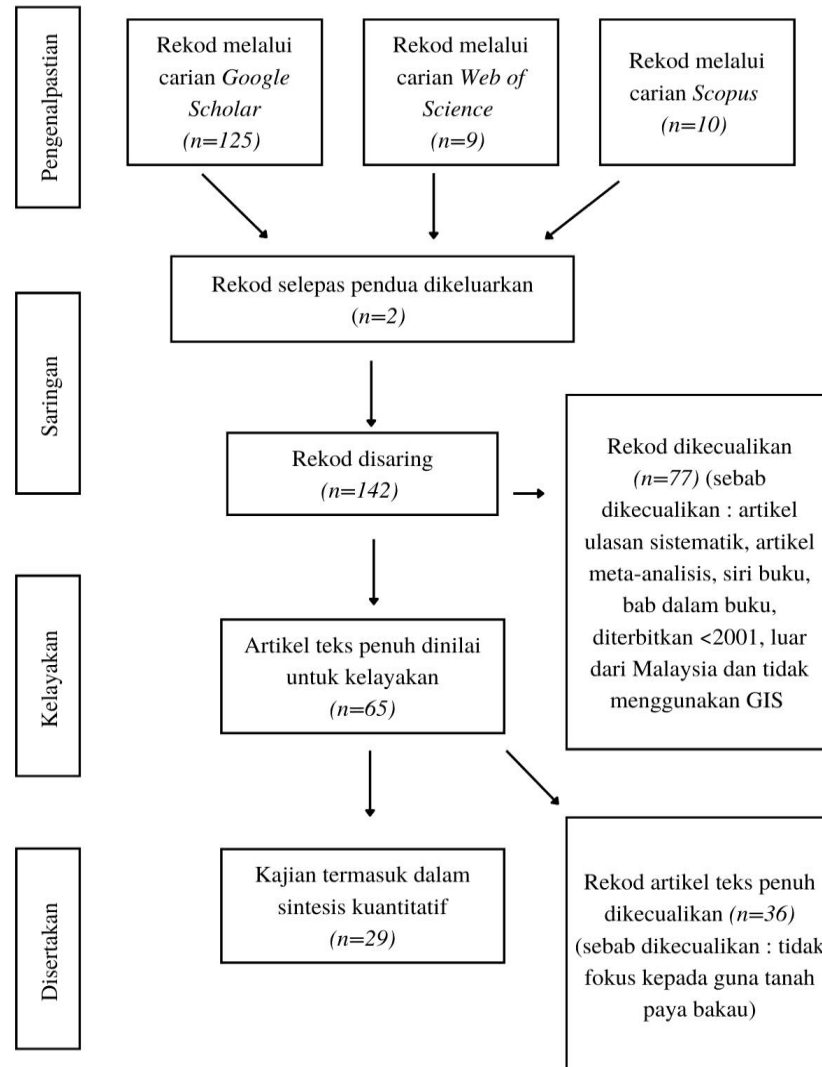
Kriteria	Pemilihan	Pengecualian
Jenis Literatur	Jurnal (artikel penyelidikan)	Jurnal (artikel ulasan) dan bab dalam buku
Garis Masa	2001 - 2021	<2001
Negara dan Wilayah	Semenanjung Malaysia, Sabah dan Sarawak	Luar negara Malaysia
Pengkhususan	Kajian menggunakan GIS dan penderiaan jauh	Tidak menggunakan GIS dan penderiaan jauh dalam kajian

c. Kelayakan

Bagi kelayakan di peringkat ketiga, sebanyak 65 artikel telah diteliti. Tajuk, abstrak dan kandungan setiap kajian telah disemak untuk memastikan ia memenuhi kriteria pemilihan dan objektif kajian ulasan ini. Secara keseluruhan, 36 artikel telah dikecualikan kerana tidak menepati kriteria ini. Oleh itu, hanya baki daripada artikel tersebut akan dipilih untuk dianalisis dengan lebih lanjut berdasarkan tujuan kajian ini iaitu untuk menganalisis perubahan dalam guna tanah hutan paya bakau menggunakan teknologi GIS dan penderiaan jauh.

d. Pengekstrakan data

Selepas artikel yang selebihnya dianalisis dan dinilai, proses pengekstrakan data akan dijalankan. Proses ini dimulakan dengan pembacaan abstrak artikel, kemudian diikuti dengan pembacaan teks penuh untuk mengenalpasti tema dan sub tema yang berkaitan dengan objektif.



Sumber: Diubahsuai dari Moher et al., 2009

Rajah 2. Carian literatur berdasarkan garis panduan item pelaporan pilihan untuk kajian sistematik dan analisis-meta

Analisis dan perbincangan

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan dalam Jadual 3, secara keseluruhan 29 artikel telah dipilih untuk ulasan ini. Terdapat lebih 29 pengarang dan pengarang bersama dalam kajian-kajian ini. Selain itu, artikel yang dipilih telah diterbitkan antara tahun 2001 sehingga 2021. Ia bertujuan untuk menganalisis perubahan guna tanah yang berlaku sepanjang tahun tersebut untuk penilaian dan cadangan. Seterusnya, kajian-kajian ini meliputi negara Malaysia dan negeri-negeri yang mempunyai kawasan paya bakau. Jadual ini meliputi tahun, nama pengarang, tajuk artikel dan objektif kajian oleh pengarang.

Jadual 3. Senarai artikel dianalisis untuk ulasan sistematik

No	Tahun	Pengarang	Tajuk	Lokasi	Objektif Kajian
1.	2007	Nedal et al.	Land use evaluation for Kuala Selangor, Malaysia using remote sensing and GIS technologies	Kuala Selangor	Meramal potensi penggunaan tanah dan mengenalpasti amalan pengurusan tanah terbaik.
2.	2016	Nurul Aini	Application of Remote Sensing and Geographic Information System Techniques to Monitoring of Protected Mangrove Forest Change in Sabah, Malaysia	Sabah	Memetakan, mengesan perubahan dan memantau paya bakau menggunakan satelit kos rendah.
3.	2016	Hamdan Omar et al.	Assessing Rate Of Deforestation And Changes Of Carbon Stock On Mangroves In Pahang, Malaysia	Pahang	Menilai kehilangan stok karbon paya bakau yang disebabkan oleh perubahan guna tanah.
4.	2011	Behara et al.	Assessment of mangrove vegetation based on remote sensing and ground-truth measurements at Tumpat, Kelantan Delta, East Coast of Peninsular Malaysia	Kelantan	Memetakan dan mengukur status semasa bakau (guna tanah) dan untuk menilai potensi hubungan antara indeks tumbuh-tumbuhan (NDVI).
5.	2019	Zuhairi et al.	Impact of coastal development on mangrove distribution in Cherating Estuary, Pahang, Malaysia	Pahang	Mengkaji kesan pembangunan pantai terhadap litupan bakau.
6.	2015	Kasturi Devi et al.	Satellite Images for Monitoring Mangrove Cover Changes in a Fast Growing Economic Region in Southern Peninsular Malaysia	Johor	Mengenalpasti kehilangan paya bakau yang berterusan akibat penggunaan tanah bandar.
7.	2015	Ibharim et al.	Mapping mangrove changes in the Matang Mangrove Forest using multi temporal satellite imageries	Perak	Mengenai status perubahan guna tanah paya bakau.
8.	2008	Kamaruzaman Jusoff	Geospatial Information Technology for Conservation of Coastal Forest and Mangroves Environment in Malaysia	Malaysia	Menggunakan GIS untuk merancang dan mengurus guna tanah hutan bakau dengan berkesan.
9.	2012	Shahbudin et al.	Impact of coastal development on mangrove cover in Kilim river, Langkawi Island, Malaysia	Langkawi	Kemandirian bakau dan pembangunan zon pantai yang berubah.
10.	2020	Maya Liyana et al.	Assessment Of The Mangrove Forest Changes Along The Pahang Coast Using Remote Sensing And Gis Technology	Pahang	Mengkaji kadar hakisan, menganggarkan jumlah perubahan stok karbon dan LULC bagi hutan paya bakau.
11.	2009	Khali Azizi Hamzah et al.	Digital Change Detection Of Mangrove Forest In Selangor Using Remote Sensing And Geographic Information System (GIS)	Selangor	Mengesan perubahan yang berlaku di kawasan paya bakau sejak dua dekad yang lalu menggunakan GIS.
12.	2018	Hamdan Omar et al.	Characterizing and monitoring of mangroves in Malaysia using Landsat-based spatial-spectral variability	Malaysia	Menggunakan GIS untuk mengenalpasti, memetakan dan mengesan perubahan yang telah berlaku di hutan bakau.
13.	2020	Ernie Amira Kamil et al.	Distribution of Mangroves in Kedah, Malaysia: A Remote Sensing and Ground-Truth Based Assessment	Kedah	Taburan paya bakau dan pemeliharaan guna tanah bakau.
14.	2021	Lavania Devi et al.	Using Historical Archives and Landsat Imagery to Explore Changes in the Mangrove Cover of Peninsular Malaysia between 1853 and 2018	Sem. Malaysia	Perubahan guna tanah bakau di Semenanjung Malaysia telah dibincangkan dalam kajian ini.

15.	2013	Kamaruzaman Jusoff	Malaysian Mangrove Forests and their Significance to the Coastal Marine Environment	Malaysia	Litupan paya bakau yang semakin berkurang membawa kepada langkah-langkah dalam pemeliharaan dan pemuliharaan paya bakau.
16.	2016	Noor Shaila Sarmin et al.	Land Cover Dynamics of Sungai Pulai Mangrove using Remote Sensing and GIS-Preliminary Results	Johor	Mengkaji beberapa jenis kelas guna tanah yang berubah sepanjang tahun 2004-2014.
17.	2019	Hashim et al.	Temporal Changes of Mangrove Distribution in Mukim Kuala Selangor using GIS Approach	Selangor	Perubahan taburan paya bakau dengan menggunakan pendekatan GIS.
18.	2011	Abd Manan Samad et al.	Sustainable Mangrove Area Determination Using IDRISI at Tanjung Karang	Selangor	Mententukan riteria guna tanah yang sesuai untuk paya bakau.
19.	2009	Azian et al.	The use of Remote Sensing for Monitoring Spatial and Temporal Changes in Mangrove Management	Perak	Membezakan guna tanah paya bakau kepada beberapa kategori.
20.	2018	Nor Syahirah et al.	Effect of disturbance on mangrove species diversity in Delta Tumpat, Kelantan, Malaysia	Kelantan	Guna tanah paya bakau yang tidak diganggu dan yang telah diganggu.
21.	2020	Nur Fatin Amirah Amran et al.	Identification of Mangrove Area using Landsat Image in Kuala Selangor Nature Park	Selangor	Memetakan keluasan kawasan paya bakau dan membincangkan faktor kehilangan paya bakau.
22.	2019	Zuhairi et al.	Mapping Mangrove Degradation In Pahang River Estuary, Pekan Pahang By Using Remote Sensing	Pahang	Litupan dan guna tanah paya bakau semakin berkurang dari tahun 1990 sehingga 2017.
23.	2019	Mohd Khairul Abdullah Halim et al.	Monitoring mangrove forest cover declination at kilim karst geoforest park, Langkawi from 2005 to 2017 using geospatial technology	Kedah	Membincangkan kemerosotan litupan bakau dan memantau keluasan paya bakau untuk pengurusan yang lebih baik.
24.	2010	Beh et al.	Remotely based monitoring of the mangroves over Penang Island, Malaysia	Pulau Pinang	Memberi gambaran keseluruhan taburan litupan dan guna tanah paya bakau.
25.	2015	Ammar Abdul Aziz	Integrating a REDD+ Project into the Management of a Production Mangrove Forest in Matang Forest Reserve, Malaysia	Perak	Membincangkan perubahan yang berlaku dalam guna tanah paya bakau dan melakukan analisis tentang servis ekosistem.
26.	2020	Rhyrna et al.	Integration of normalised different vegetation index and Soil-Adjusted Vegetation Index for mangrove vegetation delineation	Perak	Membincangkan klasifikasi guna tanah dan menganalisis integrasi antara NDVI dan SDVI.
27.	2012	Beh et al.	Temporal Change Mnitoring of Mangrove Disribution in Penang Island from 2002-2010 by Remote Sensing Approach	Pulau Pinang	Membandingkan perubahan guna tanah yang berlaku sepanjang tahun 2002-2010
28.	2017	Zailani Khuzaimah et al.	The Impact Of Land Use Change On Mangrove Ecosystem And Evaluation Of Ecosystem Service Using Remote Sensing Technology In Sg. Merbok Forest Reserve, Malaysia	Kedah	Menunjukkan data satelit boleh digunakan dalam pengesanan perubahan guna tanah dalam ekosistem yang pelbagai.
29.	2009	Nik Ismail Azlan & Rozana Othman	Monitoring of Mangrove Area Using Remote Sensing Toward Shoreline Protection	Johor	Membincangkan hakisan yang berlaku di kawasan paya bakau dan membandingkan perubahan guna tanah tahun 1995-2005.

Sumber: Analisis penulis, 2022

Dalam ulasan ini, terdapat perubahan guna tanah paya bakau yang akan dibincangkan. Di bahagian perbincangan ini juga akan dikemukakan cadangan dan langkah yang harus dan wajar diambil untuk memastikan kelangsungan dan kelestarian paya bakau.

Perubahan guna tanah paya bakau

Perubahan guna tanah paya bakau telah dikesan melalui teknologi penderiaan jauh dan GIS. Antara perubahan ketara yang berlaku adalah perubahan guna tanah paya bakau kepada kawasan akuakultur, kawasan pertanian, kawasan perbandaran dan kawasan pelancongan.

Akuakultur

Hutan paya bakau mempunyai persekitaran dan ekosistem yang paling produktif antara semua (Kuenzer et al., 2011). Perubahan guna tanah paya bakau dikawasan akuakultur semakin meningkat disebabkan oleh fungsi dan kelebihan tanah paya bakau yang sesuai untuk ternakan ikan dan udang (Nurul Aini, 2016). Tanah liat mempunyai kadar kemasinan yang tinggi dan sesuai untuk sistem akuakultur terutamanya kolam udang. Tambahan itu, FAO (1987), menyatakan bahawa tanah liat dapat menstabilkan dasar kolam, menyediakan nutrien yang secukupnya untuk ekosistem kolam dan dapat meningkatkan produktiviti kolam. Oleh kerana kelebihan-kelebihan tanah liat dan tanah paya bakau yang membantu dalam sektor akuakultur telah menyebabkan kawasan ternakan ikan dan udang semakin bertambah (Giri et al., 2008; Primavera et al., 2007). Pulangan ekonomi bagi kolam ikan dan udang ini adalah sangat tinggi menyebabkan ia dijadikan sebagai salah satu potensi untuk menaikkan ekonomi negara dan dijadikan sebagai sumber pendapatan bagi masyarakat tempatan.

Menurut Khali et al. (2009), pembukaan kawasan akuakultur merupakan ancaman terbesar terhadap hutan bakau kerana ia sering dilihat sebagai tanah yang terbiar. Kebanyakan negara membangun telah menggantikan hutan paya bakau dengan tanah pertanian dan kolam akuakultur ikan dan udang. Antara kajian yang menunjukkan penurunan kawasan paya bakau akibat perubahan guna tanah dari kawasan paya bakau kepada kawasan akuakultur adalah di Sabah (Nurul Aini, 2016), Cherating, Pahang (Zuhairi Ahmad et al., 2019), Kedah (Zailani et al., 2013) dan Johor (Kasturi Devi et al., 2015). Walaupun terdapat beberapa kolam diurus dengan baik, guna tanah paya bakau tetap terancam disebabkan penyediaan dan kerosakan saliran untuk pembinaan kawasan akukultur tersebut.

Pertanian

Perluasan sektor pertanian telah membawa kepada permintaan yang tinggi untuk penanaman tanaman kontan di dataran pantai. Perubahan guna tanah paya bakau kepada tanah pertanian merupakan salah satu daripada alternatif bagi memenuhi permintaan tersebut. Akibatnya, kawasan paya bakau telah dibersihkan bagi tujuan aktiviti pertanian seperti penanaman pokok kelapa, koko dan kelapa sawit. Menurut Chong (2006), Selangor kehilangan kira-kira 30% daripada kawasan bakau akibat pembersihan untuk menanam kelapa dan kelapa sawit. Kedah pula kehilangan 1,500 hektar akibat guna tanah paya bakau ditukar menjadi kawasan tanaman padi. Hasil kajian Hashim et al. (2019) dan Kasturi Devi et al. (2015) menunjukkan perubahan guna tanah paya bakau kepada

kelapa sawit semakin meningkat. Perubahan ini merupakan pembukaan tanah secara haram untuk tujuan pertanian dan perladangan.

Malaysia telah melaksanakan beberapa dasar ekonomi pertanian selepas merdeka bertujuan untuk menggalakkan pertumbuhan pertanian, khususnya bagi pertanian kelapa sawit yang dianggap sebagai tanaman tunai (Lavania et al., 2021). Perkembangan pesat kelapa sawit telah menyebabkan pemecahan dan kehilangan tanah bagi lain-lain hutan dan mengubah landskap kawasan hutan. Perubahan ini telah mengakibatkan penggantian guna tanah paya bakau untuk kepentingan pertanian lain yang lebih tinggi nilainya. Tambahan itu, aktiviti mengorek pasir di kawasan paya bakau akan mengganggu pertumbuhan pokok bakau sekaligus menyebabkan penurunan dalam litupan paya bakau (Nor Syahirah et al., 2018).

Selain itu, pertanian juga mampu menjejaskan paya bakau secara tidak langsung melalui bahan kimia dan baja yang digunakan dalam pertanian. Pengaliran baja dan bahan kimia telah menyebabkan kemusnahan kepada paya bakau dan telah menyebabkan tanah untuk tanaman paya bakau kehilangan nutrien dan seterusnya boleh menyebabkan kawasan tersebut tandus dan tidak subur.

Perbandaran

Di sebalik kepentingan paya bakau, ekosistem ini masih diancam kemusnahan melalui pelbagai bentuk tekanan manusia terutamanya perbandaran. Kerosotan guna tanah paya bakau banyaknya berpunca dari aktiviti eksploitasi yang berlebihan bagi tujuan pembangunan pantai sehingga menyebabkan peratus guna tanah paya bakau semakin berkurang. Kasturi Devi et al. (2015) dan Maya Liyana et al. (2020) menyatakan pembangunan bandar yang pesat akan mengancam kelangsungan ekosistem bakau. Kajian Ernie et al. (2020) membuktikan perbandaran mula mengambil tempat dan pembersihan bakau dijalankan untuk membuka ruang kepada aktiviti perbandaran. Pertambahan populasi manusia di kawasan pantai dan muara telah meningkatkan keperluan ruang untuk membina penempatan manusia kerana produktiviti yang tinggi di kawasan pantai dan muara (Noor Shaila et al., 2016). Disebabkan permintaan yang tinggi terhadap pembangunan kawasan penempatan dan kawasan perindustrian bagi menampung peningkatan populasi (Beh et al., 2012). Pembinaan kawasan perumahan, pembangunan bandar telah membawa kepada perubahan kepada guna tanah paya bakau.

Pembinaan dan pembangunan ini telah meninggalkan tekanan kepada hutan paya bakau. Kebanyakan pokok paya bakau telah ditebang dan digantikan dengan kawasan perumahan. Selain itu, kawasan yang kurang penduduk telah menyebabkan hutan paya bakau yang ditebang dibiarkan tanpa sebarang tindakan (Shahbudin, 2012). Ia telah menyebabkan kerugian dalam guna tanah akibat tiada tindakan oleh kerajaan mahupun organisasi (Khali et al., 2009). Bukan itu sahaja, pembersihan bakau bagi tujuan pembinaan jeti telah menyebabkan kehilangan bakau secara kekal. Tambahan itu, pembinaan jeti telah menyebabkan hakisan tebing meningkat dan menyebabkan bakau yang terdapat di kawasan tebing terjejas berbanding kawasan tengah paya bakau sehingga darat (Nik Ismail & Rozana, 2009).

Pelancongan

Fizikal paya bakau yang terletak di kawasan pantai dan berair menyebabkan paya bakau lebih unik berbanding hutan-hutan yang lain. Oleh itu, ia menjadi satu tarikan pelancongan yang menarik bagi pelancong yang belum pernah melihat pokok bakau secara dekat. Malaysia merupakan salah

satu kawasan tumpuan pelancongan di Asia Tenggara. Pembangunan pantai di Malaysia telah dipertingkatkan sejak 20 tahun lalu, bagi memenuhi permintaan pelancong. Pengurusan bakau yang teratur mampu membuka peluang baru dalam pelancongan berasaskan paya bakau di samping dapat meningkatkan taraf sosioekonomi masyarakat setempat (Azian et al., 2009). Pembangunan pelancongan di kawasan paya bakau telah menyebabkan ekosistem paya bakau terganggu dengan pembinaan resort, hotel dan lot komersial yang dibangunkan berhampiran pantai di kawasan paya bakau yang dibersihkan (Nur Fatin et al., 2020).

Ekopelancongan bakau secara relatifnya kurang maju kerana kawasannya lebih sukar untuk diterokai oleh pelancong berbanding jenis hutan yang lain kerana keadaan fizikalnya yang berair dan akar yang unik. Hal ini telah membawa kepada pembangunan pantai untuk pelancongan seperti lapangan terbang, pusat peranginan dan tarikan pelancongan lain untuk mewujudkan pemandangan laut atau pantai yang lebih cantik dan menarik. Hal ini disokong oleh Mohd Khairul (2019) dalam kajiannya dengan menyatakan kemerosotan hutan paya bakau dipengaruhi oleh pembangunan dan perubahan guna tanah pelancongan. Kesan daripada perubahan ini, kitaran karbon global turut terjejas dan merosot selain ia turut mengancam perubahan iklim dan bajet karbon dunia (Hamdan Omar et al., 2016).

Kelestarian paya bakau

Kesan daripada perubahan guna tanah yang berlaku, keluasan kawasan paya bakau semakin berkurang. Hal ini perlu dibendung untuk mengelakkan paya bakau daripada ancaman kepupusan. Oleh itu, langkah-langkah kelestarian seperti penghutanan semula, mewartakan hutan bakau dan menerapkan pendidikan dan kesedaran mampu menjamin kelangsungan paya bakau.

Penghutanan semula

Hasil analisis menunjukkan penghutanan semula telah dilaksanakan di kawasan yang terjejas akibat aktiviti manusia atau bencana (Ernie et al., 2020). Penghutanan semula yang berkesan adalah dengan mengambil kira pemilihan tapak yang betul dan sesuai supaya aktiviti penghutanan semula berjaya. Kawasan yang dibersihkan kemudiannya ditanam semula dengan spesies yang sesuai. Kaedah ini mampu untuk mengisi semula kawasan yang dibersihkan (Rhyma et al., 2020). Dalam kajian Abdul Manan et al. (2011), GIS dan penderiaan jauh digunakan untuk menentukan guna tanah baru yang sesuai untuk penghutanan semula pokok bakau.

Hutan Simpanan Kekal (PRF)

Tindakan yang sewajarnya diambil oleh Kerajaan Malaysia untuk melindungi hutan bakau dan mengekalkan ekosistem paya bakau adalah dengan mewartakan baki hutan negeri sebagai Hutan Simpanan Kekal (PRF) bagi memulihara kelestarian paya bakau (Hamdan et al., 2018). Disebabkan ancaman yang dihadapi oleh paya bakau semakin hari semakin serius akibat tekanan pembangunan dan kemerosotan, usaha pemuliharaan dan pemulihan harus dipergiat (Ammar, 2014). Pewartaan baki kawasan paya bakau sebagai kawasan perlindungan atau hutan simpan dan memperkenalkan aktiviti pelancongan di kawasan paya bakau dapat memastikan kelangsungan paya bakau tersebut.

Pewartaan ini sekurang-kurangnya boleh menjadi asas kepada pelan pengurusan yang lebih efisien bagi memaksimumkan aktiviti guna tanah paya bakau. Tindakan mewartakan hutan paya bakau sebagai Hutan Simpanan Kekal dapat memulihara dan mengurus sumber hutan secara berkekalan dan pada masa yang sama mengimbangi kepentingannya dari segi sumbangannya kepada kestabilan alam sekitar dan ekonomi negara.

Pendidikan dan kesedaran

Menurut Zuhairi et al. (2019), kempen pendidikan dan kesedaran awam amat penting dalam memulihara habitat dan ekosistem bakau. Ilmu dan kesedaran ini harus diterapkan di peringkat tempatan terutamanya pemaju dan komuniti untuk membantu dalam memulihara habitat paya bakau dan menggalakkan pembangunan secara mampan. Pengetahuan asas seperti ekologi membolehkan masyarakat menyelesaikan isu alam sekitar khususnya paya bakau yang mempunyai hubungan dengan sains, sosial, politik, ekonomi dan budaya. Tanpa pendidikan dan kesedaran, proses memahami dan menyelesaikan konflik alam sekitar akan menjadi rumit dan boleh menyebabkan kemusnahan berkekalan kepada alam sekitar.

Kesimpulan

Kajian ini telah merumuskan perubahan guna tanah yang berlaku di kawasan paya bakau, Malaysia. Pada peringkat pencarian, sebanyak 142 artikel ditemui melalui pangkalan data utama dan telah melalui proses kemasukan dan pengecualian menggunakan garis panduan PRISMA. Hasilnya, sebanyak 29 artikel telah dipilih untuk dianalisis dalam ulasan sistematik ini. Perubahan guna tanah paya bakau berada di tahap yang membimbangkan memandangkan semua pihak berpendapat bahawa hutan paya bakau kurang penting berbanding hutan-hutan lain menyebabkan perhatian terhadap paya bakau semakin berkurangan. Kajian ini dapat menilai tahap penggunaan GIS dan penderiaan jauh dalam mengenalpasti perubahan yang berlaku dalam tempoh beberapa tahun kebelakang.

Antara perubahan yang berlaku meliputi pembukaan kawasan akuakultur, pembukaan kawasan pertanian, perbandaran untuk masyarakat dan pembangunan pelancongan. Perubahan yang sama berlaku untuk semua kajian yang dianalisis membuktikan bahawa kawasan paya bakau diancam oleh aktiviti manusia. Penggunaan GIS dan penderiaan jauh mampu untuk membantu dalam mengawal perubahan yang berlaku. Namun begitu, kajian dan penyelidikan guna tanah menggunakan pendekatan GIS dan penderiaan jauh masih terhad di Malaysia. Kelebihan teknologi ini dapat membantu banyak pihak dalam menguruskan dan mengawal sumber bakau yang sedia ada dengan sebaiknya.

Rujukan

- Abdullah, A. M., Ismail, M. M., Khai, N. X., & Durham, S. (2013). Mangrove conservation awareness amongst shrimp culturist in Malaysia. *Pertanika Journal of Science Social & Humanities*, 21, 47-56.
- Abdul Manan S., Yahya, Z., Karnadi, M. S., & Hussein, S. M. (2011). Sustainable mangrove area determination using IDRISI at Tanjung Karang. *IEEE 7th International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, 348-353.

- Afirah T., Ahmad, S. S. S., & Ahmad, A. (2016). Classification of Landsat 8 satellite data using NDVI thresholds. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 8, 37-40.
- Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental conservation*, 29(3), 331-349.
- Ammar Abdul Aziz. (2015). *Integrating a REDD+ Project into the management of a production mangrove forest in Matang Forest Reserve, Malaysia* (Ph.D. dissertation). Retrieved from School of Geography, Planning and Environmental Management, University of Queensland.
- Azian M., & Hasmadi, I. M. (2009). The use of remote sensing for monitoring spatial and temporal changes in mangrove management. *The Malaysian Forester*, 72(1), 15-22.
- Beh, B. C., MatJafri, M. Z., & Lim, H. S. (2010). Remotely based monitoring of the mangroves over Penang Island, Malaysia. *Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Remote Sensing Technology, Techniques, and Applications III*, 7857, 162-167.
- Beh, B. C., MatJafri, M. Z., & Lim, H. S. (2012). Temporal change monitoring of mangrove distribution in Penang Island from 2002-2010 by remote sensing approach. *Journal of Applied Sciences*, 12(19), 2044.
- Behara S., Mohamad, K. A., Idris, I. F., Husain, M. L. & Dahdouh-Guebas, F. (2011). Assessment of mangrove vegetation based on remote sensing and ground-truth measurements at Tumpat, Kelantan Delta, East Coast of Peninsular Malaysia. *International Journal of Remote Sensing*, 32(6), 1635-1650.
- Behara S., Muslim, A. M., Horsali, N. A. I., Zauki, N. A. M., Otero, V., Nadzri, M. I., & Dahdouh Guebas, F. (2018). Status of the undisturbed mangroves at Brunei Bay, East Malaysia: A Preliminary Assessment Based On Remote Sensing And Ground-Truth Observations. *PeerJ*, 6, e4397.
- Bhandari, A. K., Kumar, A., & Singh, G. K. (2012). Feature extraction using Normalised Difference Vegetation Index (NDVI): A case study of Jabalpur city. *Procedia Technology*, 6, 612- 621.
- Blasco, F., Aizpuru, M., & Gers, C. J. W. E. (2001). Depletion of the mangroves of Continental Asia. *Wetlands Ecology and Management*, 9(3), 255-266.
- Blasco, F., Gauquelin, T., Rasolofoharinoro, M., Denis, J., Aizpuru, M., & Caldairou, V. (1998). Recent advances in mangrove studies using remote sensing data. *Marine and Freshwater Research*, 49(4), 287-296.
- Carugati, L., Gatto, B., Rastelli, E., Lo Martire, M., Coral, C., Greco, S., & Danovaro, R., (2018). Impact of mangrove forests degradation on biodiversity and ecosystem functioning. *Scientific reports*, 8(1), 1-11.
- Chong, V. C. (2006). Sustainable Utilization and Management of Mangrove Ecosystem of Malaysia. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 9(2), 249-260.
- Dasgupta, R., & Shaw, R. (2013). Cumulative impacts of human interventions and climate change on mangrove ecosystems of South and Southeast Asia: An Overview. *Journal of Ecosystem*, 6, 1-15.
- Dat, P. T., & Yoshino, K. (2011). Monitoring mangrove forest using multi-temporal satellite data in the Northern Coast of Vietnam. *32nd Asian Conf. on Remote Sensing*.
- Dat. P. T., & Yoshino, K. (2015). Mangrove mapping and change detection using multi-temporal Landsat imagery in Hai Phong City, Vietnam. *Int. Symp. on Cartography in Internet and Ubiquitous Environments*.

- Ernie Amira K., Takaijudin, H., & Hashim, A. M. (2020). Distribution of mangroves in Kedah, Malaysia: A remote sensing and ground-truth based assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 549 (1), 012005.
- FAO. (2007). The World's Mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper No. 153. Rome, *Forest Resources Division, FAO*. 77.
- FAO (1987). Soil quality considerations in the selection of sites for aquaculture. *Fisheries and Aquaculture Department*. 36.
- Field, C., Osborn, J., Hoffman, L., Polsenberg, J., Ackerly, D., Berry, J., Björkman, O., Held, A., Matson, P., & Mooney, H. (1998). Mangrove biodiversity and ecosystem function. *Global Ecology & Biogeography Letters*, 7(1), 3-14.
- Field, C.D. (1999). Rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. *Marine pollution bulletin*, 37(8-12), 383-392.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J. & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154-159.
- Giri, C., Zhu, Z., Tieszen, L. L., Singh, A., Gillette, S., & Kelmelis, J. A. (2008). Mangrove Forest Distributions and Dynamics (1975–2005) of the Tsunami-affected Region of Asia. *Journal of Biogeography*, 35(3), 519-528.
- Gusenbauer, M. (2019). Google Scholar to overshadow them all? Comparing the sizes of 12 academic search engines and bibliographic databases. *Scientometrics*, 118(1), 177-214.
- Haddaway, N. R., Collins, A. M., Coughlin, D., & Kirk, S. (2015). The role of Google Scholar in evidence reviews and its applicability to grey literature searching. *PloS one*, 10(9), e0138237.
- Hamdan O., Misman, M. A., & Linggok, V. (2018). Characterizing and monitoring of mangroves in Malaysia using Landsat-based spatial-spectral variability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 169 (1), 012037.
- Hamdan O., Chuah, N. M. J., Parlan, Ismail, & Musa, S. (2016). Assessing rate of deforestation and changes of carbon stock on mangroves in Pahang, Malaysia. *Malaysian Forester*, 79(1-2), 174-179.
- Haslina H., H., Latif, Z. A., & Adnan, N. A. (2019). Urban vegetation classification with NDVI threshold value method with very high resolution (VHR) Pleiades imagery. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information System. *6th International Conference on Geomatics and Geospatial Technology*. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Hashim, N. I., Zaharin, N. F., Hashim, N. H., & Halim, M. A. (2019). Temporal changes of mangrove distribution in Mukim Kuala Selangor Using GIS approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 385 (1), 012027.
- Hu, L., Li, W., & Xu, B. (2018). The role of remote sensing on studying mangrove forest extent change. *International Journal of Remote Sensing*, 1-23.
- Ibrahim, N. A., Mustapha, M. A., Lihan, T., & Ghaffar, M. A. (2013). Determination of mangrove change in Matang mangrove forest using multi-temporal satellite imageries. *AIP. Proc*, 1571, 487- 492.
- Ibrahim, N. A., Mustapha, M. A., Lihan, T., & Mazlan, A. G. (2015). Mapping mangrove changes in the Matang Mangrove Forest using multi temporal satellite imageries. *Ocean & coastal management*, 114, 64-76.

- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2001). Laporan Statistik Penduduk 2001. Putrajaya. Jabatan Perangkaan.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2021). Laporan Statistik Penduduk 2021. Putrajaya. Jabatan Perangkaan.
- Kamaruzaman, J. (2008). Geospatial Information Technology for Conservation of Coastal Forest and Mangroves Environment in Malaysia. *Comput. Inf. Sci.*, 1(2), 129-134.
- Kamaruzaman, J. (2013). Malaysian Mangrove Forests and their Significance to the Coastal Marine Environment. *Polish journal of environmental studies*, 22(4).
- Kathiresan, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of Mangrove and Mangrove Ecosystems. *Journal of Advances in Marine Biology*, 40, 81-251.
- Kasturi Devi, K., Sheikhi, A., Cracknell, A. P., Goh, H. C., Tan, K. P., Ho, C. S., & Rasli, F. N. (2015). Satellite images for monitoring mangrove cover changes in a fast growing economic region in southern Peninsular Malaysia. *Remote Sensing*, 7(11), 14360-14385.
- Khali, A. H., Hamdan, O., Shamsudin, I., & Ismail, H. (2009). Digital change detection of mangrove forest in Selangor using remote sensing and geographic information system (GIS). *Malays*, 72, 61-69.
- Kirui, K. B., Kairo, J. G., Bosire, J., Viergever, K. M., Rudra, S., Huxham, M., & Briers, R. A. (2013). Mapping of mangrove forest land cover change along the Kenya coastline using Landsat imagery. *Ocean & Coastal Management*, 83, 19-24.
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V., & Dech, S. (2011). Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. *Journal of Remote Sensing*, 3, 878- 928.
- Lavana Devi, G., Satyanarayana, B., Chen, D., Wolswijk, G., Amir, A. A., Vandegheuchte, M. B., Muslim, A. B., Koedam, N., & Dahdouh-Guebas, F. (2021). Using historical archives and landsat imagery to explore changes in the mangrove cover of Peninsular Malaysia between 1853 and 2018. *Remote Sensing*, 13(17), 3403.
- Lee, T. M., & Yeh, H. C. (2009). Applying Remote Sensing Techniques to Monitor Shifting Wetland Vegetation: A Case Study of Danshui River Estuary Mangrove communities, Taiwan. *Ecological Engineering*, 35, 487-496.
- Madiah M. A., Khairul N. A. M., Siti N. S., Md Firoz K., Othman J., Wan Safrina W. M. J., Sharifah M. S. A., Toriman M. E., Kamarudin, M. K. A., Gasim, M. B., & Hafizan J. (2018). Impact of shoreline changes to the coastal development. *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*, 7(3.14), 191-195.
- Maya Liyana, H., Amir, A. A., Maulud, K. N. A., Sharma, S., Mohd, F. A., Selamat, S. N., Karim, Othman, Ariffin, E. H., & Begum, R. A. (2020). Assessment of the mangrove forest changes along the pahang coast using remote sensing and gis technology. *Journal of Sustainability Science and Management*, 15(5), 43-58.
- Mohamed Shaffril, H. A., Samsuddin, S. F., & Abu Samah, A. (2021). The ABC of systematic literature review: The basic methodological guidance for beginners. *Quality and Quantity*, 55(4), 1319-1346.
- Mohd Khairul, A., Nur Hidayah Halid, Anuar Ahmad, Hazamy Mohd Suhaimi, & Mohamad Hidayat Jamal. (2019). Monitoring mangrove forest cover declination at Kilim karst geoforest park, Langkawi from 2005 to 2017 using geospatial technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 220 (1), 012059.
- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264-269

- Muhammad Akhir, O. (1994). Value of mangroves in coastal protection. *Hydrobiologia*, 285, 277e282.
- Nagelkerken, I. S. J. M., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L.G., Meynecke, J. O., Pawlik, J., Penrose, H. M., Sasekumar, A., & Somerfield, P. J. (2008). The Habitat Function Of Mangroves For Terrestrial And Marine Fauna: A Review. *Aquatic botany*, 89(2), 155-185.
- Nedal, A. M., Sharifah M. S. A., & Johari, M. A. (2007). Land use evaluation for Kuala Selangor, Malaysia using remote sensing and GIS technologies. *Geografia-Malaysia J. Soc. Sp*, 3, 1-19.
- Nik Ismail, A., & Othman, R. (2009). Monitoring of mangroves area using remote sensing towards shoreline protection. *Proceedings of 16th International Symposium GIS, Ostrava*. 85-95.
- Noor Shaila, S., Awang, K. W., & Shidiq, I. P. A. (2016). Land cover dynamics of Sungai Pulai Mangrove forest using remote sensing and GIS-preliminary results. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 100(3), 441-445.
- Noor Shaila, S., Hasmadi, I. M., Pakhriazad, H. Z., & Khairil, W. A. (2016). The DPSIR framework for causes analysis of mangrove deforestation in Johor, Malaysia. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 6, 214-218.
- Nor Syahirah, Z. N., Noor, J. N. J., & Syafinie, A. M. (2018). Effect of disturbance on mangrove species diversity in Delta Tumpat, Kelantan, Malaysia. *Tropical Plant Research*, 5(3), 391-395.
- Nur Fatin A. A., Isnan, S., Nordin, N. H., Rahman, A., Thanakodi, S., Rosly, A., & Aziz, A. (2020). Identification of Mangrove Area using Landsat Image in Kuala Selangor Nature Park. *International Journal of Business and Technology Management*, 2(4), 1-9.
- Nurul, Aini B. K. (2016). *Application of Remote Sensing and Geographic Information System Techniques to Monitoring of Protected Mangrove Forest Change in Sabah, Malaysia* (PhD dissertation). Retrieved from Kyoto University Research Information Repository, Kyoto University.
- Olaniyi, A. O., Abdullah, A. M., Ramli, M. F., & Alias, M. S. (2012). Assessment of drivers of coastal land use change in Malaysia. *Ocean & coastal management*, 67, 113-123.
- Patel, D. P., Gajjar, C. A., & Srivastava, P. K. (2013). Prioritization of Malesari mini-watersheds through morphometric analysis: a remote sensing and GIS perspective. *Environmental earth sciences*, 69(8), 2643-2656.
- Polidoro, B. A., Carpenter, K. E., Collins, L., Duke, N. C., Ellison, A. M., Ellisom, J. C., & Yong, J. W. H., (2010). The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS ONE*, 5(4), 10095.
- Pourebrahim, S., Hadipour, M., & Mokhtar, M. B. (2015). Impact assessment of rapid development on land use changes in coastal areas; case of Kuala Langat district, Malaysia. *Environment, development and sustainability*, 17(5), 1003-1016.
- Primavera, J. H. (1997). Socioeconomic Impacts of Shrimp Culture. *Journal of Aquaculture Research*, 28 (10), 815-827.
- Rhyma, P. P., Norizah, K., Hamdan, O., Faridah-Hanum, I., & Zulfa, A. W. (2020). Integration of normalised different vegetation index and Soil-Adjusted Vegetation Index for mangrove vegetation delineation. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 17, 100280.
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(2), 344-349.

- Seca, G., Noraini, R., Ahmad, M. M. P., & Chandra, I. A. (2014). Effects of land use on river water quality of Awat-Awat Lawas mangrove forest Limbang Sarawak Malaysia. *International Journal of Physical Sciences*, 9(17), 386-396.
- Shahbudin, S., Zuhairi, A., & Kamaruzzaman, B. Y. (2012). Impact of coastal development on mangrove cover in Kilim river, Langkawi Island, Malaysia. *Journal of Forestry Research*, 23(2), 185-190.
- Suratman, M. N., & Ahmad, S. (2012). Multi temporal Landsat TM for monitoring mangrove changes in Pulau Indah, Malaysia. *2012 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications*, 163-168.
- Tangah, J. (2017). A decade of Restoration efforts and Rehabilitation of degraded mangroves in Sabah. International Conference On "A Decade Of Heart Of Borneo Initiative: Accomplishments And The Way Forward.
- Thakur, J. K., Srivastava, P. K., Singh, S. K., & Vekerdy, Z. (2012). Ecological monitoring of wetlands in semi-arid region of Konya closed Basin, Turkey. *Regional Environmental Change*, 12(1), 133-144.
- Valiela, I., Bowen, J. L., & York, J. K. (2001). Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments: At least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests and coral reefs, two other well-known threatened environments. *Bioscience*, 51(10), 807-815.
- Wasserman, J. C., & Freitas-Pinto, A. P. (2000). Mercury Concentrations in Sediment Profiles of Degraded Tropical Coastal Environment. *Environmental Technology*, 21 (3), 297- 305.
- Zailani K., Ismail, M. H., & Mansor, S. (2013). Mangrove changes analysis by remote sensing and evaluation of ecosystem service value in Sungai Merbok's mangrove forest reserve, Peninsular Malaysia. *International Conference on Computational Science and Its Applications*, 611-622.
- Zuhairi, A., Zaleha, K., Nur Suhaila, M. R., & Muhammad Shaheed, S. (2019). Mapping Mangrove Degradation In Pahang River Estuary, Pekan Pahang By Using Remote Sensing. *Sci Herit J*, 3(2), 01-05.
- Zuhairi A., Suharni, M. L. M., Taib, S. N. A., & Shaheed, M. (2019). Impact of coastal development on mangrove distribution in Cherating Estuary, Pahang, Malaysia. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 15(3), 456-461.