

PEMETAAN GUNA TANAH DAN LITUPAN TANAH DI LAHAD DATU, SABAH *MAPPING OF PALM REPLANTATION IN LAHAD DATU, SABAH*

MOHAMAD IKHRAM BIN MOHAMAD RIDZUAN^{1*}

OLIVER VALENTINE EBOY¹

ANG KEAN HUA²

MOHAMMAD AL AMIR AS KHAIRULLAH¹

¹Faculty of Social Sciences and Humanities, Universiti Malaysia Sabah, Malaysia

²Faculty of Arts and Social Sciences, Universiti Malaya

Corresponding Author: ikhrum@ums.edu.my

Tarikh dihantar: 18 November 2024 \ Tarikh diterima: 23 Disember 2024 \ Tarikh diterbitkan: 31 Disember 2024

DOI: <https://doi.org/10.51200/ejk.v30i.5900>

ABSTRAK Pertumbuhan guna tanah di setiap kawasan akan sentiasa mengalami perubahan akibat daripada aktiviti antropogenik. Kehilangan biodiversiti global yang merupakan satu punca utama menyebabkan perubahan ketara terhadap guna tanah dan tutupan tanah di permukaan bumi berpunca daripada aktiviti manusia itu sendiri. Perubahan ini juga memberi kesan kepada suhu kawasan, hidupan liar, sumber air, dan kualiti hidup manusia. Seperti yang diketahui Asia Tenggara kaya dengan sumber hutan yang dijadikan sebagai sumber ekonomi negara. Memandangkan pertanian dan keselamatan makanan saling berkait antara satu sama lain, industri ini menyumbang besar kepada terhadap pertumbuhan Keluaran Dalam Negara Kasar negara yang mana sumbangan utamanya daripada keluasan tanah negara yang kaya dengan biodiversiti. Dalam kajian ini, teknik *geospatial* digunakan untuk menilai aktiviti guna tanah khususnya berkaitan dengan pertanian di Lahad Datu, dengan menggunakan imej Landsat dan teknik klasifikasi berasaskan objek untuk mengenal pasti jenis dan fungsi kawasan. Matlamat kajian ini adalah untuk menilai aktiviti guna tanah di Lahad Datu berkaitan dengan hubungan antara pertanian, corak landskap dan peranan jenis tanah. Hasil kajian menunjukkan kawasan Lahad Datu didominasi oleh hutan (61%) dan pertanian (35%), dengan baki kawasan terdiri daripada pembangunan (1%), tanah tandus (2%), dan sungai (1%). Kajian mendapati faktor kesesuaian tanah dan ciri fizikal seperti kecerunan, ketinggian, dan penerimaan cahaya matahari mempengaruhi produktiviti pertanian. Manakala bagi hasil pendigitalan bagi kawasan Lahad Datu pula menunjukkan 59% tanah sesuai untuk pertanian dengan kecerunan kurang daripada 25 darjah yang boleh mengurangkan risiko hakisan dan hanya 10% jenis tanah tidak sesuai untuk aktiviti pertanian. Hasil kajian ini dapat menyokong perancangan strategik dalam penggunaan tanah, pengurusan sumber alam serta penggubalan dasar yang lebih efektif untuk pembangunan lestari. Melalui analisis yang dilakukan, ia dapat menyediakan asas bagi tindakan dalam pengurusan pertanian dan perlindungan alam sekitar dengan tujuan meningkatkan ketahanan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat setempat.

Kata kunci: Pemetaan, guna tanah, pertanian, data spatial, Lahad Datu.

ABSTRACT The growth of land use in each area will always experience changes due to anthropogenic activities. The global loss of biodiversity, which is a major cause, leads to significant changes in land use and land cover on the Earth's surface, stemming from human activities themselves. These changes also affect the area's temperature, wildlife, water resources, and human quality of life. As is known, Southeast Asia is rich in forest resources that are used as a source of the country's economy. Considering that agriculture and food security

are interconnected, this industry significantly contributes to the growth of the country's Gross Domestic Product, with its main contribution coming from the vast land area rich in biodiversity. In this study, geospatial techniques were used to assess land use activities specifically related to agriculture in Lahad Datu, utilizing Landsat images and object-based classification techniques to identify the types and functions of areas. The aim of this study is to assess land use activities in Lahad Datu in relation to the relationship between agriculture, landscape patterns, and the role of soil types. The study results show that the Lahad Datu area is dominated by forests (61%) and agriculture (35%), with the remaining area consisting of development (1%), barren land (2%), and rivers (1%). The study found that soil suitability factors and physical characteristics such as slope, elevation, and sunlight exposure influence agricultural productivity. Meanwhile, the results of the digitalization for the Lahad Datu area show that 59% of the land is suitable for agriculture with a slope of less than 25 degrees, which can reduce the risk of erosion, and only 10% of the land is unsuitable for agricultural activities. The results of this study can support strategic planning in land use, natural resource management, and the formulation of more effective policies for sustainable development. Through the analysis conducted, it can provide a foundation for actions in agricultural management and environmental protection with the aim of enhancing ecosystem resilience and the well-being of local communities.

Keywords: Mapping, land use, agriculture, spatial data, Lahad Datu.

PENGENALAN

Pemetaan berkaitan dengan guna tanah dan litupan tanah sememangnya dapat dilihat kepentingannya sejak dahulu lagi. Lazimnya, pemetaan tertumpu kepada cara manusia menggunakan tanah kawasan tersebut. Dalam lingkungan tiga dekad yang lalu teknologi dan metod penderiaan jauh telah berkembang secara luas dalam memasukkan set teknologi penderiaan yang beroperasi pada pelbagai skala imej yang mana membawa kebaikan dan kepentingan kepada pembangunan pada suatu kawasan. Dengan adanya pemetaan kawasan yang ingin dibangunkan dapat dilihat dengan lebih luas dan dapat dirancang serta diputuskan dalam pembangunan yang dilakukan. Ditambah lagi dengan ketersediaan data penderiaan jauh, dapat mengurangkan kos dalam pengumpulan data serta peningkatan resolusi dalam imej satelit. Pemetaan dan penderiaan jauh juga dilihat dapat memberi impak yang tinggi kepada agensi-agensi perancangan dan inisiatif pengurusan tanah dalam melakukan pemantauan dari aspek perubahan guna tanah pada pelbagai skala ruang. Teknologi ini juga memberi kelebihan dalam mengumpul dan analisis data pada platform berasaskan ruang bumi seperti guna tanah, atmosfera, *Global Positioning System* (GPS), lapisan bumi, permodelan dan data Sistem Maklumat Geografi (GIS) itu sendiri (Franklin, 2001). Selain daripada kelebihan kepada pihak-pihak tertentu, pemetaan dan penderiaan jauh juga boleh menjadi sumber maklumat yang penting dalam perlindungan guna tanah yang berharga. Dengan penggunaan teknologi semakin meningkat, secara tidak langsung meningkatkan lagi penambahbaikan kualiti teknologi dan menjadi semakin penting pada masa akan datang. Oleh yang demikian, kajian ini menggunakan teknik pemetaan dan penderiaan jauh dalam memahami guna tanah dan litupan tanah di Lahad Datu, Sabah dengan pemantauan corak kawasan kajian.

SOROTAN LITERATUR

Dalam suatu pemetaan guna tanah dan litupan tanah merupakan hal yang berbeza. Perkara ini diakui dalam penulisan bidang ini misalnya seperti Anderson (1976), Parker (2003), Houghton, et al. (2012), Di Gregorio dan Jansen (1998) dan Fisher et al. (2005). Litupan tanah adalah bahan fizikal yang ada pada permukaan bumi. Bahan fizikal yang dimaksudkan adalah perkara yang dapat dilihat dan berinteraksi secara langsung dengan sinaran elektromagnet menyebabkan tenaga pantulan dapat dilihat dalam bentuk nombor digital pada lokasi tersebut. Litupan tanah ini termasuk dengan hutan, rumput, tanah tandus, dan sungai. Manakala, guna tanah pula menerangkan tentang bagaimana cara manusia menggunakan tanah di atas ruang bumi tersebut. Dalam erti kata lain, guna tanah adalah suatu tempat yang dibangunkan oleh manusia, misalnya tanah bandar, pertanian, institusi, padang sukan dan kediaman (Fisher, et al., 2005). Walaupun begitu, guna tanah dan litupan tanah mempunyai perkaitan yang sangat kompleks. Misalnya suatu tempat dikategorikan sebagai rumput namun kategori ini boleh dikategorikan dalam pelbagai bahagian seperti padang sukan, taman, tanah kediaman dan pertanian. Pemetaan juga boleh dikaitkan dengan pertanian yang mana kategori ini merupakan salah satu fokus utama dalam kajian ini.

Pertanian merujuk kepada satu aktiviti tanaman tumbuhan dan haiwan ternakan dalam mengekalkan keseimbangan populasi manusia dalam menyediakan makan dan produk lain. Walaupun begitu banyak sifat yang membezakan bentuk pertanian itu misalnya, jenis tanah, kekerapan penanaman dan tanaman atau haiwan utama (Harris & Fuller, 2013). Penggunaan perkataan pertanian juga terhad kepada penanaman tumbuhan, tidak termasuk penternakan haiwan domestik. Dalam penulisan ini, pengkaji menggunakan istilah pertanian terhad kepada aktiviti manusia dalam mengusahakan pertumbuhan tanaman dan aktiviti bercucuk tanam tidak termasuk aktiviti penternakan. Pertanian merupakan tunjang utama pada ekonomi negara (Syarifuddin et al., 2023) terutamanya pada negeri Sabah itu sendiri selain daripada aktiviti perindustrian. Sabah merupakan negeri yang menyumbang kepada ekonomi negara yang ketara terhadap penanaman kelapa sawit di Malaysia dengan keluasan 1.4 juta hektar yang kaya dengan biodiversiti. Dengan adanya bekalan bahan mentah kelapa sawit yang tinggi, Kerajaan Negeri Sabah telah menubuhkan Kluster Perindustrian Minyak Sawit (POIC) Lahad Datu 2005 sebagai pemangkin kepada peneraju pemacu perindustrian negeri melalui penyediaan kemudahan infrastruktur dan dasar fizikal pada suatu kawasan. Oleh itu, organisasi ini sangat penting sebagai pusat penyepaduan pelaburan dalam industri huluan dan hiliran. Hal ini tidak hanya menjana pendapatan negara kasar negara, tetapi juga dapat memenuhi sasaran tenaga yang boleh diperbaharui negara, pengurangan pelepasan dan mewujudkan peluang pekerjaan pada masa akan datang.

Selain daripada ekonomi negara, pertanian juga merupakan salah satu sumber keselamatan makanan negara yang mana saling berkait antara satu sama lain. Dengan sumbangannya yang besar, ini menggalakkan pertumbuhan pembangunan negara, undang-undang dan polisi kerajaan. Keselamatan makanan membawa maksud kepada situasi yang

wujud apabila semua orang, pada masa tertentu mempunyai akses fizikal, sosial dan ekonomi kepada makanan yang mencukupi, selamat dan berkhasiat dalam memenuhi keperluan makanan harian dan pilihan makanan untuk meneruskan kelangsungan hidup. Empat dimensi keselamatan makanan dikenal pasti dengan tahap yang berbeza iaitu ketersediaan di peringkat kebangsaan, kebolehcapaian isi rumah, penggunaan individu dan kestabilan yang mempengaruhi semua peringkat dimensi lain (Simon, 2012; Berry et al., 2015).

Setelah Indonesia Malaysia berada di tempat ke dua terbesar dalam perindustrian kelapa sawit yang mana menyumbang sebanyak 5 peratus kepada hasil eksport negara (Fatin et al., 2017). Berbekalkan pengalaman yang luas dalam perindustrian minyak kelapa sawit, Malaysia memiliki kelebihan sebagai salah satu kompetitif pada peringkat antarabangsa di samping menjadi peneraju pasaran dari aspek produktiviti dan pembangunan dan penyelidikan (R&D) (Ahmad Ashmal, 2012). Menurut Norshahzura (2020), Malaysia merupakan pengekspor utama minyak kelapa sawit kepada hampir 160 negara, dan yang terbesar adalah kesatuan Eropah, China dan India. Menurut Ketua Pengarah Lembaga Minyak Kelapa Sawit Malaysia (MPOB) Dr Ahmad Parveez, permintaan minyak sawit akan terus meningkat bagi menampung kira-kira 9 bilion penduduk menjelang tahun 2043.

Amalan penanaman kelapa sawit dan tanaman lain serta ternakan haiwan mampu meningkatkan pendapatan pekebun kecil dengan maksimum (Zaimah et al., 2018). Maka disebabkan itu, aktiviti pertanian dalam kalangan pekebun kecil amat digalakkan. Jika perkara ini dapat dilaksanakan secara berterusan maka pastinya pekebun kecil memperoleh pendapatan yang lebih dalam kalangan keluarga. Dengan adanya sektor pertanian ini dapat membasmi kemiskinan selain daripada meningkatkan potensi keselamatan makanan dan ekonomi (Shenggen et al., 2013). Walaupun begitu, terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam memperluaskan aktiviti pekebun kecil ini kerana terdapat beberapa kekangan yang mereka hadapi, misalnya kegagalan pekebun kecil memanfaatkan teknologi dan inovasi yang dibawa oleh agensi pertanian, saiz tanah yang kecil (Salami et al., 2010), pemilikan tanah (Ajuruahukwu, 2013), dan halangan antara undang-undang dan pendidikan masyarakat (Muzari, 2012). Oleh itu, pihak yang bertanggungjawab perlu bijak dalam menentukan program sesuai dengan keperluan penduduk pekebun kecil agar memudahkan dan tidak menimbulkan sebarang konflik dalam perkembangan pembangunan pertanian di kawasan tertentu (Azra Nuhairi Abdul Aziz et al., 2021).

METODOLOGI KAJIAN

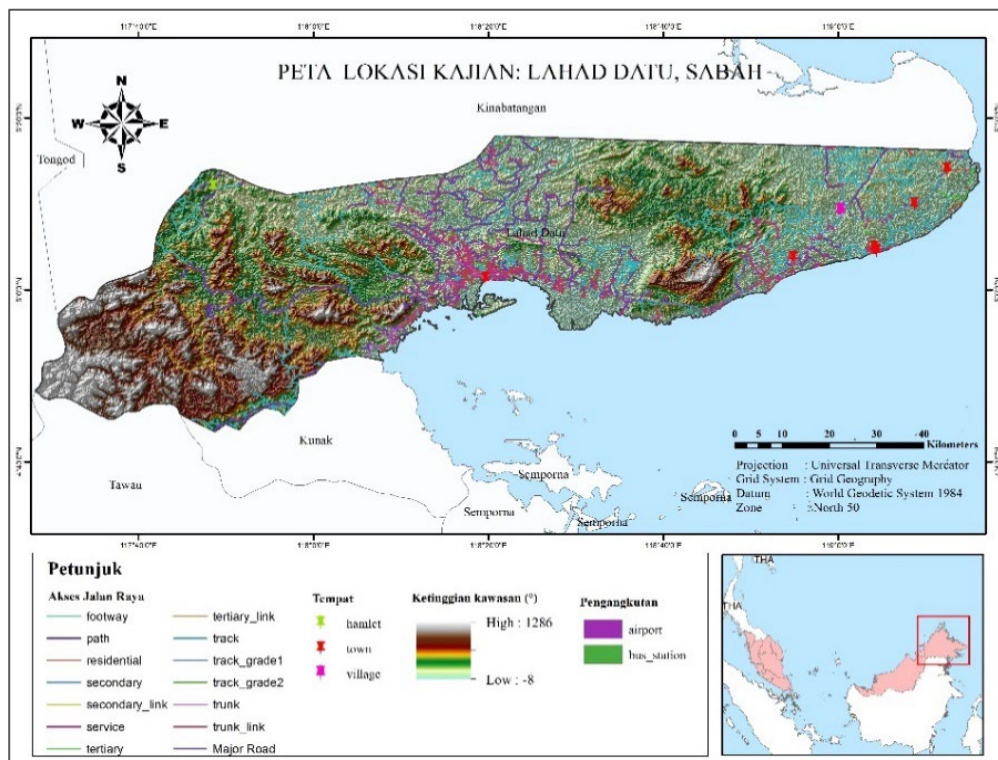
Kajian ini mengkaji corak guna tanah dan litupan tanah (LULC) di Lahad Datu terutamanya bagi kategori pertanian (sawit). Kajian ini juga melihat faktor jenis tanah yang mempengaruhi pertanian di kawasan kajian.

Lokasi Kajian

Daerah Lahad Datu merupakan ibu daerah dan bandar keempat yang terbesar selepas Kota Kinabalu, Sandakan & Tawau. Lahad Datu adalah salah satu daerah Sabah yang terletak di

tenggara Sabah pada latitud $4^{\circ} 45' U$ dan $5^{\circ} 30' U$ dan longitud $117^{\circ} 30' BT$ dan $119^{\circ} 15' E$. Lahad Datu bersempadan dengan dua arah daerah lain iaitu Kinabatangan bagi sebelah timur laut dan Kunak, Semporna dan Tawau di sebelah Selatan. Berkeluasan 6,501 kilometer persegi, ia meliputi daerah Tungku. Daripada bancian yang dilakukan pada tahun 2020 yang telah dibuat, jumlah penduduk daerah Lahad Datu termasuk Tungku ialah seramai 229,138 orang (City Population, 2022).

Dengan adanya bentuk muka bumi yang menarik, Lahad Datu dapat membantu usaha kerajaan dari aspek ekonomi. Dengan kemampuan pertanian pokok sawit yang hebat dan kluster perindustrian minyak sawit bertaraf dunia, kawasan ini menyumbang dengan ketara kepada pertumbuhan sosioekonomi negeri Sabah dalam jangka masa yang panjang dengan hasil perladangan yang luas, terutamanya melalui sumber kelapa sawit di mana penghasilan produk dan wujudnya *Palm Oil Industrial Cluster* (POIC) bertaraf dunia di sini. Selain daripada sawit itu sendiri, terdapat juga sumbangan pertanian yang lain terhadap ekonomi daerah ini misalnya kelapa kering, getah dan koko. Kawasan ini juga menempatkan rizab hidupan liar, kawasan pemuliharaan lembah dan destinasi pelancongan popular yang lain. Terdapat dua kawasan pelancongan yang bertaraf dunia di daerah ini iaitu Lembah Danum dan Pusat Hidupan Liar Tabin yang menjadi daya tarikan dan kunjungan orang ramai dalam ada domestik mahupun luar negara (Pejabat Daerah Lahad Datu, 2013). Pemilihan daerah Lahad Datu sebagai kawasan kajian ini bersesuaian dengan kemajuannya dengan sektor pertanian dan perindustrian kelapa sawit yang berkaitan dengan keselamatan makanan dan sinonim dikaitkan dengan ruang bumi yang menarik dengan kepelbagaian.



Rajah 1: Peta lokasi kajian Lahad Datu, Sabah.

Pemrosesan data

Untuk melaksanakan pengesanan dan analisis guna tanah kawasan kajian, pengimejan tanah operasi Landsat 8 (OLI) telah digunakan. Data imej landsat ini diperolehi daripada United State Geological Survey (USGS) Earth Explorer yang diaplikasikan dalam penganalisisan data ruang suatu kawasan. Gambar yang digunakan dalam Landsat 8 adalah pada tahun yang terdekat pada masa kini iaitu pada tahun 2023 merangkumi empat (4) imej untuk di gabungkan menjadi 1 kawasan. Imej landsat yang digabungkan melibatkan tujuh (7) lapisan band telah di kompositkan dan ditingkatkan ketepatan imej melalui pembetulan atmosfera. Landsat ini dipilih dengan data imej pada peringkat 1 dan litupan awan yang kurang daripada 10% dalam memastikan kejelasan serta ketepatan imej yang tinggi dalam analisis reruang.

Pengkelasan *Land Use Land Cover* (LULC)

Dalam kajian ini, penulis telah mewujudkan dan menganalisis lima (5) klasifikasi iaitu kawasan pembangunan, kawasan pertanian, sungai, kawasan tanah tandus dan hutan (Jadual 1). Lima kategori yang dicipta terdiri daripada pelbagai kelas LULC di kawasan penyelidikan untuk memudahkan analisis dan penilaian dengan mudah. Kawasan hutan, tanah tandus, tanah pertanian, pembangunan dan sungai semuanya termasuk dalam pengkategorian LULC. Semua keadaan yang dibina dengan bermacam ketinggian serta kemudahan-kemudahan yang ada dibina oleh manusia misalnya jalan raya, bangunan, jalan raya, sekolah dan hospital, adalah termasuk dalam kategori pembangunan. Kawasan kelas sungai, termasuk semua kawasan aliran air yang ada pada kawasan kajian dan tadahan air. Bagi tanaman seperti sawit, padi, pisang dan lainnya, tanaman ini dikategorikan dalam kelas pertanian. Untuk kawasan yang terbuka tanpa ada sebagai tumbuhan atau pembangunan ini dikategorikan sebagai tanah tandus. Kategori yang terakhir adalah kawasan yang terbiar dan tidak disentuh oleh manusia seperti rumput dan semak yang tumbuh secara semula jadi, hutan dan kawasan yang digazetkan dikelaskan dalam satu kategori iaitu hutan.

Jadual 1: Klasifikasi guna tanah

Kategori	Penerangan
Pertanian	Kawasan aktiviti penanaman sawit dan tanaman tempatan.
Tanah Tandus	Kawasan tanah kosong
Hutan	Kawasan tanah semula jadi dan tidak di ganggu oleh aktiviti manusia.
Sungai	Kawasan tadahan dan aliran air.
Pembangunan	Perindustrian, kediaman, komersial.

Penyeliaan analisis (supervised analysis) adalah salah satu teknik utama yang biasa digunakan dalam melakukan pemetaan guna tanah dan litupan tanah (LULC) khususnya dalam

penderiaan jauh dan Sistem Maklumat Geografi (GIS). Teknik ini melibatkan data raster sebelum dijadikan dalam bentuk vektor, misalnya imej satelit untuk mengenal pasti dan memetakan kelas-kelas guna tanah seperti kawasan pertanian, hutan, sungai, tanah tandus dan pembangunan. Teknik penyeliaan ini sangat penting pengaplikasiannya dalam melakukan pemantauan keadaan guna tanah dan perubahan guna tanah pada kawasan tertentu. Misalnya dalam kajian Lone dan Mayer (2019), Hazini et al. (2024) dan Okorukwu et al. (2016) yang berkaitan dengan sekuriti makanan menggunakan teknik ini untuk mengklasifikasikan kawasan kajian dalam melihat dan menganalisis corak dan perubahan LULC.

Klasifikasi imej

Pengelasan imej boleh dilakukan bagi kedua-dua pendekatan pengelasan guna tanah dan terdapat dua jenis pengelasan yang boleh dilakukan dalam mengkategorikan guna tanah dan litupan tanah pada imej landsat iaitu teknik *Unsupervised* dan *Supervised* (Rogan & Chen, 2004). Walaupun begitu teknik *Unsupervised* tidak dilakukan dalam kajian ini disebabkan oleh ketepatan dalam pengkategorian ini tidak sebegitu tepat dalam menghasilkan pengelasan LULC kerana terdapat beberapa piksel kelas imej di gabungkan dan dikategorikan secara salah. Oleh itu, teknik seliaan digunakan dalam melakukan pengelasan LULC kajian.

Pengelasan imej digunakan untuk kedua-dua pendekatan pengelasan perubahan pasca pengelasan dan prapengelasan dan boleh dilakukan menggunakan pendekatan sama ada diselia atau tidak diselia. Sebelum klasifikasi yang diselia, data penentuan mesti diambil sampel secukupnya dari kawasan yang sesuai untuk mengambil kira kebolehubahan spektrum setiap kelas yang dipersoalkan. Dalam pengelasan tanpa pengawasan, algoritma dipilih yang akan mengambil set data imej deria jauh dan mencari bilangan kluster statistik yang telah ditetapkan dalam ruang ukuran (Paola & Schowengerdt, 1997). Walaupun kluster ini kemudiannya mesti ditugaskan kepada kelas tutupan tanah dan guna tanah, kaedah ini boleh digunakan tanpa mempunyai pengetahuan awal tentang penutup tanah di tapak kajian.

Seliaan (*Supervised*)

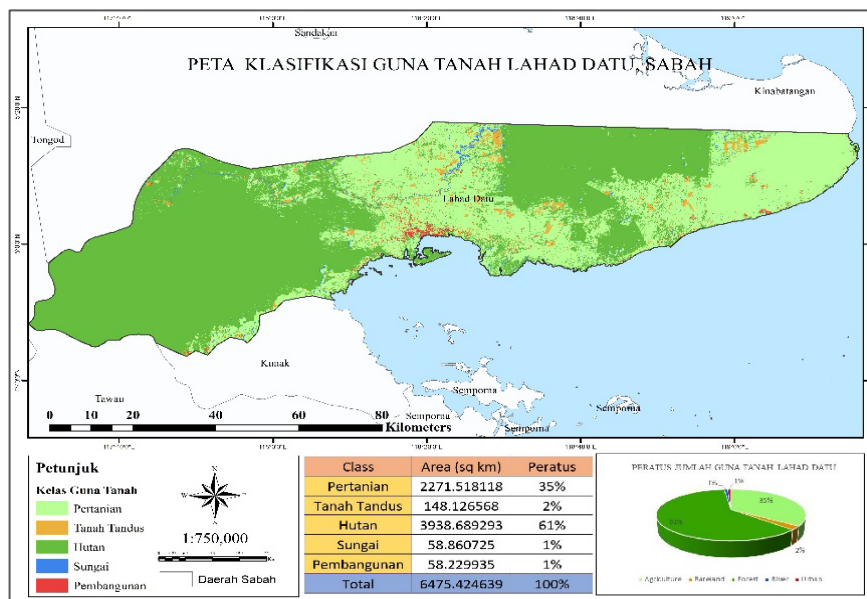
Dalam kajian ini menggunakan tujuh (7) band imej landsat untuk melakukan pemrosesan pengelasan selia (*supervised*) bagi membezakan antara pelbagai kluster jenis guna tanah. *Supervised* dilakukan dengan menggunakan bantuan kemungkinan maksimum (*Maximum Likelihood*) mengaplikasikan gabungan band 1-7 komposit warna palsu bagi melihat ciri sungai, hutan dan tumbuhan, manakala komposit warna sebenar bagi melihat untuk melihat kawasan pembinaan bangunan dan tanah tandus bagi kawasan wilayah terpilih (ROI). Teknik penyeliaan ini menggunakan perisian *Arcmap* dengan mengambil kira spektrum setiap kelas yang diekstrak daripada imej tersebut. Ini dilakukan melalui pemilihan *region of interest* (ROI) bagi setiap kategori LULC. Setelah peta dikategorikan dilakukan melalui metrik, pengelasan ini menghasilkan keputusan yang baik. Dengan ketepatan keseluruhan 86.67% dan pekali kappa 80.26%.

Pendigitalan (*digitizing*)

Pendigitalan merupakan salah satu teknik dalam penyelarasan data rujukan geografi dengan menggunakan jenis data dalam GIS yang dipanggil *georeferencing*. Pendigitalan ini dilakukan disebabkan oleh terdapat banyak data geografi yang sedia ada tidak boleh disepadukan dengan terus dengan data GIS disebabkan formatnya yang berlainan (Manjula et al., 2010). Dengan pengaplikasian teknik ini proses penukaran ciri peta dalam bentuk selain daripada format digital diubah kepada format GIS. Pendigitalan ini merupakan proses membuat objek atau keadaan dunia sebenar yang membolehkan pengkaji menyimpan, diubah dan dipaparkan pada komputer. Teknik ini adalah penting dalam proses untuk mengesan keadaan geografi dan maklumat peta (George Mason University, 2024). Dalam kajian ini, pengkaji melakukan pendigitalan peta guna tanah (Rajah 2) dan jenis tanah (Rajah 3) bagi kawasan Lahad Datu, Sabah. Bagi jenis guna tanah imej diambil daripada *Joint Research Centre, European Soil Data Centre* (ESDAC) untuk mengenal pasti jenis tanah yang ada pada kawasan kajian.

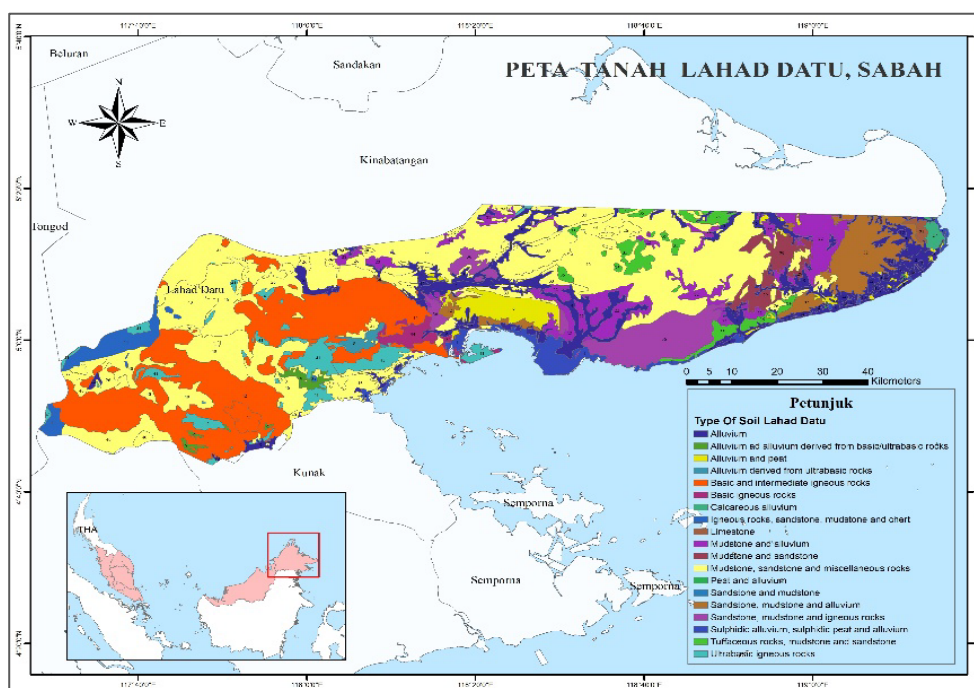
DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Rajah 2 menunjukkan hasil klasifikasi guna tanah bagi kawasan Lahad Datu untuk pertanian, tanah tandus, hutan, sungai dan pembangunan bagi tahun terkini. Dalam peta LULC, sebanyak lima kelas LULC diekstrak berdasarkan teknik penyeliaan kemungkinan maksimum (*Maximum Likelihood*). Daripada hasil analisis didapati kawasan Lahad Datu diliputi sebanyak 61 peratus bagi kelas hutan iaitu sebanyak 3938.7 kilometer persegi diikuti dengan kelas pertanian sebanyak 35 peratus dengan keluasan 2271.5 kilometer persegi. Bangunan, kawasan perumahan dan jalan raya yang dikelaskan dalam pembangunan adalah sama nilainya dengan sungai iaitu masing-masing dengan jumlah keluasan 58.2 kilometer persegi dan 58.9 kilometer persegi iaitu dengan mewakili 1 peratus. Untuk kelas tanah tandus pula mewakili 2 peratus dalam jumlah keseluruhan guna tanah dan litupan tanah di kawasan Lahad Datu dengan keluasan 148.1 kilometer persegi. Berdasarkan daripada keputusan analisis tersebut, nisbah guna tanah pertanian dan pembangunan adalah 39:1 yang mana menunjukkan aktiviti pertanian adalah sangat aktif manakala pertumbuhan pembangunan fizikal yang perlahan.



Rajah 2: Peta kelas guna tanah dan litupan tanah Lahad Datu, Sabah.

Terdapat beberapa faktor mengapa pertumbuhan yang lebih pesat dalam kelas pertanian berbanding kelas pembangunan di kawasan Lahad Datu. Antara faktor yang mendorong kepada sektor pertanian adalah daripada sejarah dan perancangan pembangunan kerajaan itu sendiri. Dapat dilihat daripada perancangan kerajaan menetapkan bahawa Lahad Datu dijadikan sebagai kawasan pertanian utama, dengan kepelbagaian insentif untuk industri perladangan. Komitmen kerajaan dalam aspek pembangunan luar bandar juga diperlihatkan dengan ketara dengan kecenderungan usaha kerajaan memastikan sektor pertanian berasaskan ekonomi atau moden dapat dibangunkan. Ini terbukti dari dasar dan strategi kerajaan dalam pembangunan yang disenaraikan dalam rancangan pembangunan lima tahun dan peruntukan yang dipertingkatkan dalam perbelanjaan pembangunan awam (Ationg et al., 2021). Keadaan ini berpunca daripada keperluan untuk memastikan terdapatnya perubahan positif pada sektor pertanian dan ekonomi kawasan luar bandar dalam usaha menangani masalah kemiskinan. Selain daripada itu, kawasan Lahad Datu juga dikenali sebagai pusat pertanian, terutamanya dalam penanaman kelapa sawit, aktiviti tertumpu kepada sektor pertanian dan perladangan. Kepadatan penduduk di Lahad Datu yang rendah dan ketersediaan tanah yang luas menjadikan kawasan tersebut sesuai dijadikan sebagai kawasan pertanian. Dengan sumber daya alam yang banyak boleh mendukung kegiatan pertanian seperti kesuburan tanah dan sumber air yang mencukupi dan dapat menyumbang kepada produktiviti kawasan ini. Jenis tanah dan kedudukan geografi dan topografi kawasan Lahad Datu juga boleh mempengaruhi pembangunan sektor pertanian. Dengan kewujudan tanah yang subur serta kawasan yang datar dan rendah menyebabkan kawasan ini sesuai dijadikan sebagai kawasan pertanian berskala besar misalnya kelapa sawit dan getah. Dengan keluasan kawasan yang sangat luas menjadi faktor kesesuaian kawasan sebagai aktiviti pertanian.

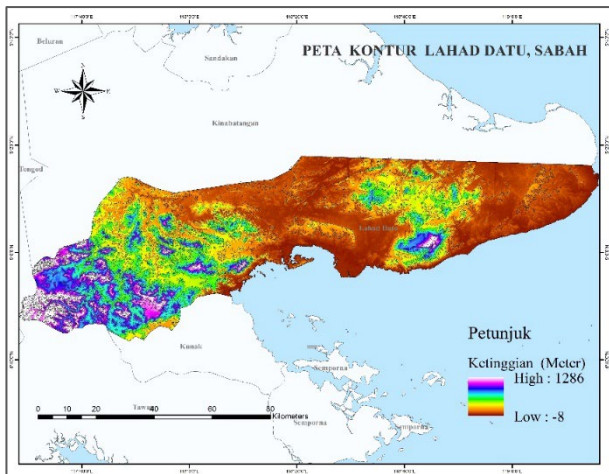


Rajah 3: Jenis Tanah Lahad Datu

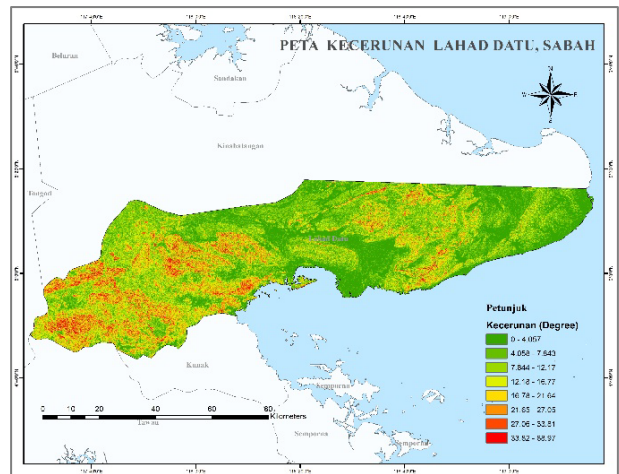
Antara faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu usaha pertanian adalah daripada kesesuaian tanah dan tanaman itu sendiri. Tanah yang sesuai akan memberikan persekitaran dan keadaan yang ideal dalam pertumbuhan tanaman, termasuk dalam aspek aliran air, nutrisi serta struktur tanah yang menjadi tempat untuk berkembang. Setiap jenis tanaman memiliki keperluan kondisi tanah yang spesifik misalnya pH, struktur tanah, dan kadar nutrien yang ada pada tanah. Seperti padi memerlukan jenis tanah yang mampu menakung air dengan lebih lama seperti tanah lempung. Sementara itu, kelapa sawit tidak memerlukan struktur tanah seperti padi, yang hanya memerlukan tanah yang penuh dengan nutrien dan bahan organik. Oleh hal demikian, pemerolehan data dan pendigitalan telah dijalankan dalam kajian ini bagi melihat jenis tanah yang ada pada kawasan Lahad Datu, Sabah. Proses ini juga melibatkan pelbagai faktor lain seperti kecerunan dan ketinggian kawasan tanah tersebut. Dengan memastikan kesesuaian antara jenis tanah dan tanaman, ini membantu dalam memaksimumkan produktiviti ladang dan meningkatkan jangka masa yang lebih panjang.

Daripada data yang diperoleh daripada *Joint research centre, European soil data centre* (ESDAC), hasil pendigitalan data mengenalpasti terdapat 22 jenis guna tanah di kawasan Lahad Datu. 41% daripada keseluruhan tanah kawasan tanah adalah tidak sesuai kerana tujuh daripadanya faktor kecerunan yang tinggi iaitu lebih daripada 25 darjah yang menyebabkan risiko hakisan tanah berlaku dan kesuburan tanah semakin berkurang. Manakala dua jenis tanah lagi adalah jenis tanah *sulphidic alluvium* dan *sulphidic peat* yang mana tahap lapisan tanah yang berasid tidak sesuai untuk penanaman tumbuhan. Jenis tanah ini selalunya berada di kawasan pesisir pantai yang mengalami pasang air surut. Dengan keterdedahan tanah dengan air masin menyebabkan lapisan tanah berasid. Bagi tanah kedua pula adalah jenis tanah gambut dan *aluvium* yang mana tanah tersebut jenis menakung air dan sukar disalurkan. Secara keseluruhannya, dua jenis tanah ini tidak mencapai 10% daripada keseluruhan tanah dan selebihnya hanya dipengaruhi oleh ketinggian dan kecerunan tanah yang menyebabkan risiko hakisan boleh berlaku. Selain daripada jenis tanah ini, semua tanah yang ada pada kawasan Lahad Datu sesuai untuk dilakukan penanaman makanan termasuk buah-buahan dan hanya beberapa kawasan yang melibatkan kecerunan yang tidak melebihi 25 darjah yang mana masih boleh dilakukan pengurusan penanaman pokok dengan langkah-langkah pengurusan tanah dilakukan.

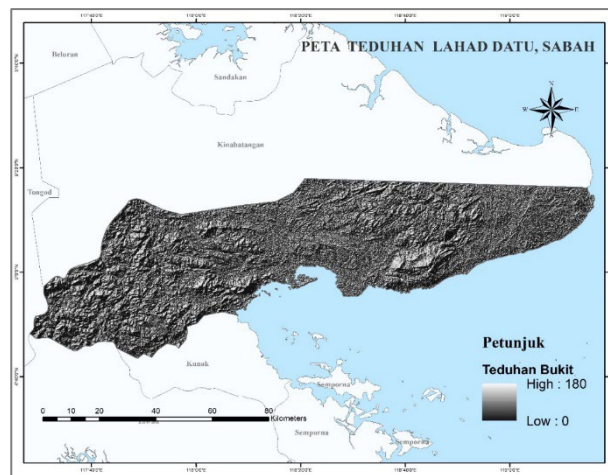
Oleh itu, secara keseluruhannya, dalam menentukan jenis tanah yang sesuai bagi penanaman tertentu di kawasan Lahad Datu, perlunya analisis tanah yang mana melibatkan pengujian pH, keupayaan penahanan air, kandungan nutrien dan kehadiran mineral dalam tanah itu sendiri (Lal, 2015). Selain daripada itu, langkah-langkah pengurusan tanah seperti peneresan tanah, pembajaan, dan penambahan bahan organik (Ahmad Ashmal et al., 2012) dilakukan agar dapat meningkatkan kesuburan tanah dan memastikan penanaman berjalan dengan lancar.



Rajah 4: Peta kontur Lahad Datu, Sabah



Rajah 5: Peta sudut kecerunan Lahad Datu, Sabah.



Rajah 6: Peta teduhan Lahad Datu, Sabah.

Selain daripada jenis tanah, ketinggian juga sangat mempengaruhi jenis tanaman yang boleh ditanam faktor daripada iklim mikro seperti suhu, kelembapan dan penerimaan cahaya matahari selari dengan peningkatan altitud (Sabri et al., 2013). Di kawasan tanah rendah, kebiasaannya kurang daripada 500 meter paras laut, suhu cenderung lebih tinggi dan stabil sepanjang tahun dengan kelembapan kawasan persekitaran yang tinggi. Dapat dilihat daripada analisis ketinggian Lahad Datu (Rajah 3) iaitu kawasan bandar Lahad Datu dan kawasan menuju ke kawasan Tungku dilihat ketinggian tanah kurang daripada 500 meter berbanding kawasan lain. Keadaan ini sesuai dilakukan penanaman seperti kelapa sawit, buah-buahan dan padi. Sebaliknya kawasan yang tinggi mengalami penurunan suhu dan iklim yang lebih rendah yang mana kawasan ini lebih sesuai dengan penanaman seperti teh, kopi dan sayuran tertentu yang tidak tahan pada suhu yang tinggi. Misalnya, penanaman teh yang mana memerlukan kawasan dengan ketinggian lebih daripada 1000 meter aras laut dengan suhu dan kelembapan yang lebih rendah menghasilkan daun teh yang lebih berkualiti tinggi. Sebaliknya kelapa sawit biasanya tumbuh dengan baik pada ketinggian yang rendah di bawah 500 meter dari paras laut yang menyediakan keadaan ideal untuk pertumbuhan pokok. Pada ketinggian ini suhu adalah

konsisten 25°C hingga 32°C sepanjang tahun yang mana ini merupakan purata suhu yang optimum bagi kelapa sawit. Namun, sekiranya suhu adalah tinggi daripada kebiasaan, ia akan mempengaruhi proses fotosintesis dan respirasi tumbuhan. Semua faktor-faktor yang dijelaskan ini boleh dirujuk dalam penulisan “Garis Panduan Pembangunan Pertanian Di Tanah Bercerun (2020)”.

Dengan kelembapan lebih daripada 75% juga akan mendorong kepada pertumbuhan yang sihat. Dengan penerimaan hujan tahunan yang lebih daripada 2000mm dengan iklimnya yang lembap yang mana dapat memenuhi keperluan tanaman kelapa sawit dan tanaman lain. Ini kerana keseimbangan air dalam tanaman tumbuhan dipengaruhi dengan kelembapan yang tinggi untuk pertumbuhan dan pengeluaran buah yang berkualiti tinggi. Oleh itu, kefahaman berkaitan dengan kesesuaian tanaman dengan keadaan fizikal bumi seperti ketinggian, penerimaan cahaya matahari, kelembapan dan suhu yang stabil sangat penting dalam memastikan pertumbuhan dan keberhasilan sektor perladangan tanaman yang optimal dengan persekitaran yang ideal. Seterusnya adalah sudut teduhan cahaya matahari yang mana ini dilihat daripada penerimaan cahaya matahari yang dipengaruhi dengan jumlah cahaya matahari. Jika dilihat daripada Rajah 5, dilihat penerimaan cahaya matahari di kawasan tanah rata adalah sangat tinggi berbanding kawasan tanah tinggi yang sesetengah kawasan tidak sepenuhnya menerima cahaya matahari.

Selain daripada sudut penerimaan cahaya dan ketinggian tanah, dapat dilihat daripada Rajah 4 dan 5 menunjukkan penerimaan cahaya matahari yang sangat tinggi dengan kecerunan kawasan yang kurang mendorong kepada suhu yang lebih baik dengan pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Penerimaan cahaya dan ketinggian sangat berkait rapat yang mana jumlah penerimaan cahaya di kawasan yang lebih tinggi adalah lebih tinggi secara langsung mempengaruhi proses fotosintesis dan pertumbuhan penanaman berbanding kawasan rendah, bergantung kepada keadaan dan persekitaran. Dalam aspek kecerunan pula adalah faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis penanaman yang sesuai (Xu et al., 2009). Kecerunan merujuk kepada sudut tanah di permukaan bumi yang mempengaruhi pelbagai aspek penanaman seperti risiko hakisan tanah, aliran air dan kemudahan pergerakan kerja peladang. Kelapa sawit di Lahad Datu secara umumnya memerlukan kawasan tanah rendah, kecerunannya tidak melebihi 12 darjah untuk pertumbuhan yang baik dan hasil yang optimum. Sekiranya penanaman dilakukan di lereng-lereng yang curam, ini memungkinkan risiko hakisan tanah yang tinggi menyebabkan aliran air yang deras menyebabkan lapisan atas tanah yang subur terhakis. Hakisan ini tidak hanya mengganggu kesuburan tanah tetapi juga mengakibatkan kerosakan pada sistem akar kelapa sawit, yang mana penting dalam penyerapan nutrien dan air. Selain daripada itu, pergerakan untuk kerja-kerja ladang juga menjadi sukar untuk dilakukan. Misalnya, pergerakan mesin pertanian traktor dan jentera lain sukar untuk bergerak. Sekiranya ada keperluan bagi melakukan penanaman, langkah-langkah pengurusan khusus perlu dilakukan seperti penerasan (*terracing*) atau penanaman penutup tanah (*cover crop*) bagi meningkatkan kestabilan tanah. Selain daripada itu, mempertimbangkan reka bentuk saluran yang efektif bagi pengawalan aliran air dan mengurangkan risiko hakisan juga perlu dilakukan. Kawasan pertanian di Lahad Datu pula memerlukan perhatian khusus dalam

mempertimbangkan faktor penanaman dan pemilihan teknik tanaman yang sesuai, selaras dengan keadaan topografi kawasan.

KESIMPULAN

Pengaplikasian perisian *GIS* dalam melihat corak guna tanah dan faktor penanaman tanaman adalah penting dalam menentukan kesesuaian penanaman di suatu kawasan. Pertumbuhan guna tanah di Lahad Datu juga dipengaruhi oleh aktiviti manusia, terutamanya dalam sektor pertanian. Ini dapat dilihat perkembangannya dalam sektor perladangan dan memberi impak tidak hanya pada pendapatan negara malah sosioekonomi kawasan Lahad Datu. Sesuai dengan objektif kajian iaitu melihat corak guna tanah dan litupan tanah kawasan Lahad Datu, dapat dilihat hasil klasifikasi kajian mendapati bahawa hutan dan kelas pertanian mendominasi LULC kawasan Lahad Datu masing-masing dengan nilai 61 dan 35 peratus daripada luas kawasan, yang mana ini menandakan kegiatan pertanian terutamanya dalam aktiviti kelapa sawit yang sangat aktif. Pertumbuhan yang pesat dalam sektor ini didorong dengan sejarah dan perancangan pembangunan kerajaan yang menjadikan Lahad Datu sebagai pusat pertanian utama khususnya dalam aktiviti penanaman kelapa sawit. Keberhasilan daripada aktiviti pertanian juga bergantung kepada kesesuaian jenis tanah, kecerunan, ketinggian kawasan dan penerimaan cahaya matahari. Semua pemboleh ubah ini dititik beratkan dan memainkan peranan penting dalam memastikan pertumbuhan tanaman yang optimum dan penghasilan yang berkualiti. Dengan memahami faktor-faktor ini secara efektif, pertanian dapat dilaksanakan dengan lebih berkesan dan mapan.

LIMITASI KAJIAN

Walaupun kajian ini dapat memberi sumbangan yang penting dalam memahami guna tanah dan litupan tanah di kawasan Lahad Datu, Sabah namun terdapat beberapa limitasi kajian yang dihadapi antaranya adalah berkaitan dengan resolusi data satelit. Meskipun data kajian ini memberi liputan kawasan yang luas namun tidak dapat memperincikan kawasan tertentu kerana data tidak mempunyai resolusi yang cukup tinggi. Seterusnya kajian ini hanya menumpukan pada analisis ruang bumi sahaja, sementara aspek lain seperti sosioekonomi pekebun kecil dan komuniti setempat tidak dilibatkan. Terakhir adalah ketepatan klasifikasi yang mana ini sangat bergantung kepada parameter dan algoritma tertentu. Ini menyebabkan ketidaktepatan dalam pengklasifikasian beberapa guna tanah dan litupan tanah.

RUJUKAN

- Ahmad Ashmal, A., Zaimah, D. & Mohd Noor, M. (2012). Senario masa hadapan pasaran dan pemasaran industri minyak sawit Malaysia ke arah perancangan strategik dalam peningkatan daya saing global. *Prosiding PERKEM VII*, Jilid 1, 6-9.
- Ajuruahukwu, O., (2013). Intergration of crops and live stock in the smallholder farming system of the former homelands of South Africa. *Journal of Agriculture Science*, 5(10), 183-198.
- Anderson, J. R. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (Vol. 964). US Government Printing Office.

- Ationg, R., Esa, M. S., Ibrahim, M. A., Othman, I. W., Hajimin, M. N. H. H., & Sharif Adam, S. D. (2021). Menyingkap Usaha Pembasmian Kemiskinan Melalui Sektor Pertanian di Sabah. *International Journal of Law, Government and Communication*, 6(23), 186-199.
- Azra Nuhairi Abdul Aziz, Nur Anira Alfitri, Nurainsah Sepeai, Nurul Fadilah Mohd. Nawi & Er, A.C. (2021). Kelestarian penanaman kelapa sawit terhadap pensijilan MSPO dalam kalangan pekebun kecil sawit di Lahad Datu, Sabah. *Journal of Tourism Hospitality and Environment Management*, (22), 65-78.
- Berry, E. M., Dernini, S., Burlingame, B., Meybeck, A., & Conforti, P. (2015). Food security and sustainability: can one exist without the other? *Public health nutrition*, 18(13), 2293-2302.
- City Population (2022). Sabah Population. Dicapai dari Sabah (State, Malaysia) - Population Statistics, Charts, Map and Location (citypopulation.de) pada 1 Ogos 2024.
- Di Gregorio, A. & Jansen, L.J.M. (1998). *Land Cover Classification System (LCCS): Classification concepts and user manual*. Environment and Natural Resources Service (SDRN): Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <https://citeserx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e67a2f92b58039b200f86159a6e5fa98f64179f1>
- Fatin Umaira, M.A., Abd Hair, A., Izzurazlia, I., Zaimah, R., Novel, L., Ishak, Y, Khairuman, H., Tan, S.P., Mohamad Arfan, J., Nur Hana, B. & Mohd Haidhar, A.H. (2017). Kelestarian Penanaman Sawit Dan Produktiviti Pekebun Kecil Persendirian. *Journal of Global Business and Social Entrepreneurship*, 1(1), 12-20.
- Fisher, P., Comber, A. J., & Wadsworth, R. (2005). Land use and land cover: contradiction or complement. *Re-presenting GIS*, 85, 98.
- Franklin, S. E. (2001). *Remote sensing for sustainable forest management*. CRC press.
- George Mason University. (2024). Georeferencing and Digitizing Image/Map. *Spatial structures in sosial science*. Dicapai <https://dsc.gmu.edu/files/Georeferencing-and-Digitizing-in-ArcGIS.pdf> pada 27 Julai 2024.
- Harris, D., & Fuller, D. (2013). *Agriculture: definition and overview*. Springer.
- Hazini, S., Rokni, K., & Akbari, D. (2024). Ensuring food security using geospatial technology. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 15(9), 355-368.
- Houghton, R. A., House, J. I., Pongratz, J., Van Der Werf, G. R., Defries, R. S., Hansen, M. C., & Ramankutty, N. (2012). Carbon emissions from land use and land-cover change. *Biogeosciences*, 9(12), 5125-5142.
- Jensen, J.R., Clarke, K.C., (2005). *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*, (3rd ed), Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall. Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/10106048709354084>
- Lal, R. (2005). Soil erosion and carbon dynamics. *Soil and Tillage Research*, 81(2), 137-142.
- Lone, S. A., & Mayer, I. A. (2019). Geo-spatial analysis of land use/land cover change and its impact on the food security in District Anantnag of Kashmir Valley. *GeoJournal*, 84, 785-794.
- Malaysia (2020). *Garis Panduan Pembangunan Pertanian Di Tanah Bercerun*. (1st ed.). Jabatan Pertanian Malaysia.
- Manjula, K. R., Jyothi, S., & Varma, S. A. K. (2010). Digitizing the forest resource map using ArcGIS. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 7(6), 300.
- Muzari, W. G., (2012). The impact of technology adoption on smallholder agriculture productivity in sub-Saharan Africa: A review. *Journal of Sustainable Development*, 5(8), 69- 77.
- Norshahzura, M.Z. (2020). Sumbangan besar minyak sawit Malaysia. Diakses dari Sinar Harian Online pada 2 Ogos 2024 di

- <https://www.sinarharian.com.my/article/106858/berita/nasional/sumbangan-besar-minyak-sawit-malaysia>.
- Okorukwu, O. W., Danladi, M. Y., & Elhassan, A. J. (2016). Application of GIS and remote sensing in mapping and evaluation of urban agricultural lands in relation to food security: a case study of jos north in Plateau State, Nigeria. *Int. J. Soc. Sci. Hum. Res*, 4, 19-34.
- Parker, D. C., Manson, S. M., Janssen, M. A., Hoffmann, M. J., & Deadman, P. (2003). Multi-agent systems for the simulation of land-use and land-cover change: a review. *Annals of the association of American Geographers*, 93(2), 314-337.
- Pejabat Daerah Lahad Datu. (2013). Profil daerah. Dicapai dari <http://www.sabah.gov.my/pd.id/profil-daerah.html>. pada 2 Ogos 2024.
- Paola, J. D., & Schowengerdt, R. A. (1997). The effect of neural-network structure on a multispectral land-use/land-cover classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63(5), 535-544.
- Rogan, J., & Chen, D. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in planning*, 61(4), 301-325.
- Sabri, N. F., Othman, Z., Marzuki, M., & Nayan, N. (2013). Analisis Kesesuaian Kawasan bagi Penanaman Buah-Buahan di Perlis, Malaysia: Area Suitability Analysis for Fruit Cultivation in Perlis, Malaysia. *Perspektif Jurnal Sains Sosial dan Kemanusiaan*, 5(3), 92-102.
- Salami, A., Kamara, A. B., & Brixiova, Z. (2010). Smallholder agriculture in East Africa: Trends, constraints and opportunities. *Working Paper Series No.105*. Tunis, Tunisia: African Development Bank Group. https://eastafricaschoolserver.org/content/_public/Environment/Agriculture/Smallholder-Agriculture-East-Africa-Trends-Constraints-Opportunities.pdf
- Sheikh, A. T., Chaudhary, A. K., Mufti, S., Davies, S., & Rola-Rubzen, M. F. (2024). Soil fertility in mixed crop-livestock farming systems of Punjab, Pakistan: The role of institutional factors and sustainable land management practices. *Agricultural Systems*, 218, 103964.
- Shenggen, F., Joanna, B., Michiel, K., & Alex, H. (2013). *From subsistence to profit: transforming smallholder farms*. Washington D.C: International Food Policy Research Institute
- Simon, G. A. (2012). *Food security*. University of Roma Tre: Rome, Italy.
- Syarifuddin, N., Ab Rahman, A. H., Yusoff, S., Enh, A. M., & Othman, A. A. (2023). Persepsi Petani Koko terhadap Peranan Pegawai Pertanian dalam Inovasi Pertanian di Sabah. *e-BANGI Journal*, 20 (4), 319-329.
- Xu, Y., Yang, B., Liu, G., & Liu, P. (2009). Topographic differentiation simulation of crop yield and soil and water loss on the Loess Plateau. *Journal of Geographical Sciences*, 19, 331-339.
- Zaimah, R., Sarmila, M. S., Lyndon, N., & Hussain, M. Y. (2018). Integrasi Sawit dalam Kalangan Pekebun Kecil Sawit di Johor dan Sabah: Oil Palm Integration among the Oil Palm Smallholders in Johor and Sabah. *Geografi*, 6 (1), 61-70.