

KAJIAN TINJAUAN LITERATUR MENGENAI PERANAN POKOK GURAH (*SAPIUM INDICUM*) DALAM PENGURANGAN RISIKO BANJIR KILAT DI KEDAH DAN KELANTAN, MALAYSIA

*A Literature Review on the Role of Gurah Tree (*Sapium indicum*) in Reducing Flash Flood Risk in Kedah and Kelantan, Malaysia*

MOHD AMIRUL HUSSAIN^{1*}, MUHAMMAD AINOL JUFRI FADZLI²
MOHD YAZID MOHD YUNOS³, NUR AFIKAH IDRUS⁴,
MUHAMMAD SHAFIQ ZULKIFLI⁵ & HISHAMMUDDIN HAMDAN⁶

^{1,2}Fakulti Teknikal & Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Tanjong Malim 35900, Perak, Malaysia

^{3,4}Fakulti Rekabentuk & Senibina, Universiti Putra Malaysia, Serdang 43400, Selangor, Malaysia

⁵Fakulti Pengurusan dan Teknologi Maklumat, Universiti Sultan Azlan Shah, Bukit Chandan 33000, Perak, Malaysia

⁶Bahagian Matrikulasi, Kementerian Pendidikan Malaysia, Putrajaya 62604, Malaysia

*Corresponding author: amirul.hussain@ftv.upsi.edu.my

Received 10 Jan 2025; Revised: 25 April 2025; Accepted: 10 May 2025; Published: 1 June 2025

To cite this article: Mohd Amirul, H., Muhammad Ainol Jufri, F., Mohd Yazid, M. Y., Nur Afikah, I., Muhammad Shafiq, Z., & Hishammuddin, H. (2025). Kajian tinjauan literatur mengenai peranan Pokok Gurah (*Sapium Indicum*) dalam pengurangan risiko banjir kilat di Kedah dan Kelantan, Malaysia. *GEOGRAFI*, 13(1), 47-59. <https://doi.org/10.37134/geografi.vol13.1.4.2025>

ABSTRAK Banjir kilat merupakan salah satu bencana alam yang kerap berlaku di Malaysia dan negeri-negeri seperti Kedah dan Kelantan adalah tidak terkecuali menghadapi fenomena ini saban tahun. Bencana alam ini sering dikaitkan dengan perubahan guna tanah yang tidak terkawal, degradasi hutan riparian, dan perubahan iklim yang menyebabkan peningkatan kadar hujan luar biasa. Pokok riparian seperti pokok gurah (*Sapium indicum*) mempunyai keupayaan menyerap air berlebihan, menstabilkan struktur tanah di tebing sungai, dan mengurangkan kadar hakisan, menjadikannya elemen penting dalam pengurusan ekosistem sungai secara mampan. Kajian ini bertujuan untuk menilai peranan pokok gurah dalam mengurangkan risiko banjir kilat di Kedah dan Kelantan serta menganalisis kesannya terhadap kestabilan tebing sungai dan kawalan ekosistem sungai. Selain itu, kajian ini juga menekankan kepentingan dasar pemantauan dan intervensi pengurusan bagi mengawal spesies invasif yang boleh menjejaskan keseimbangan ekosistem sungai. Pendekatan Kajian Tinjauan Literatur digunakan dalam kajian ini bagi mengumpul dan menganalisis data berkaitan peranan pokok gurah dalam ekosistem sungai dan pengurangan risiko banjir kilat. Proses tinjauan literatur dijalankan dengan menggunakan pangkalan data akademik seperti Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar, dan ScienceDirect, yang merangkumi jurnal ilmiah, laporan bencana, dan kajian kes berkaitan banjir kilat di Kedah dan Kelantan. Kriteria pemilihan artikel berdasarkan kata kunci tertentu seperti "pokok riparian", "banjir kilat", "pengurusan ekosistem sungai", dan "kestabilan tebing sungai" bagi memastikan kerelevanan dan keberkesanan dapatan kajian. Hasil kajian menunjukkan bahawa pokok gurah memainkan peranan

penting dalam meningkatkan kadar infiltrative air, mengekalkan kestabilan tebing sungai, serta mengurangkan kadar hakisan dan sedimentasi. Selain itu, pemuliharaan spesies ini berpotensi untuk meningkatkan keberkesanan pengurusan banjir secara holistik, selaras dengan pendekatan pengurusan alam sekitar yang mampan. Oleh itu, strategi pemuliharaan dan pemantauan pokok riparian perlu diberi perhatian dalam perancangan dan pengurusan sungai bagi mengurangkan impak banjir kilat di kawasan berisiko tinggi.

Kata Kunci: Sungai Malaysia, kawalan banjir, *Sapium indicum*, hutan riparian, ekosistem sungai.

ABSTRACT Flash floods are one of the natural disasters that frequently occur in Malaysia, with states such as Kedah and Kelantan being no exception to this phenomenon each year. This disaster is often linked to uncontrolled land-use changes, riparian forest degradation, and climate change, which lead to an increase in extreme rainfall. Riparian trees, such as the gurah tree (*Sapium indicum*), have the ability to absorb excess water, stabilize riverbank soil structure, and reduce erosion rates, making them a crucial element in sustainable river ecosystem management. This study aims to assess the role of the gurah tree in mitigating flash flood risks in Kedah and Kelantan while analyzing its effects on riverbank stability and ecosystem control. Additionally, the study highlights the importance of monitoring policies and management interventions to control invasive species that may disrupt the balance of river ecosystems. A Literature Review Approach is employed in this study to collect and analyze data related to the role of the gurah tree in river ecosystems and flash flood risk reduction. The literature review process utilizes academic databases such as Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar, and ScienceDirect, covering scholarly journals, disaster reports, and case studies on flash floods in Kedah and Kelantan. The selection criteria for articles are based on specific keywords such as "riparian trees," "flash floods," "river ecosystem management," and "riverbank stability" to ensure the relevance and effectiveness of the study findings. The results indicate that the gurah tree plays a significant role in enhancing water infiltration rates, maintaining riverbank stability, and reducing erosion and sedimentation levels. Furthermore, conserving this species has the potential to improve the overall effectiveness of flood management strategies, aligning with sustainable environmental management approaches. Therefore, riparian tree conservation and monitoring strategies should be prioritized in river planning and management to mitigate the impacts of flash floods in high-risk areas.

Keywords: Malaysian rivers, flood control, *Sapium indicum*, riparian forest, river ecosystem.

1. Pengenalan

Banjir kilat telah menjadi isu kritikal di Malaysia, dengan Kedah dan Kelantan antara negeri yang paling terjejas dalam beberapa tahun kebelakangan ini (Jabatan Meteorologi Malaysia, 2023). Kejadian ini bukan sahaja menyebabkan kerosakan infrastruktur dan kehilangan tempat tinggal tetapi juga mengancam nyawa penduduk tempatan. Antara faktor utama yang menyumbang kepada peningkatan kejadian banjir ialah penebangan hutan riparian untuk pembangunan, yang menghilangkan fungsi semula jadi zon penampungan sungai (FAO, 2020). Selain itu,

kadar hujan yang tinggi dan sistem saliran yang tidak mencukupi memburukkan lagi keadaan, menjadikan banjir lebih sukar untuk dikawal serta menyebabkan kemusnahan harta benda yang besar seperti Rajah 1.



Rajah 1. *Kediaman yang rosak akibat hakisan tebing sungai di Kampung Sungai Badak, Gurun Kedah selepas kejadian banjir kilat dan kepala air.*

Sumber: Utusan Malaysia (2021)

Dalam usaha untuk mencari penyelesaian berasaskan ekosistem, pokok guruh telah dikenalpasti sebagai spesies yang mampu membantu dalam kawalan banjir secara semula jadi. Pokok guruh ialah spesies tumbuhan riparian yang terkenal dengan keupayaannya dalam menstabilkan tanah di tebing sungai dan mengurangkan hakisan (Rahman et al., 2021). Akar pokok ini berfungsi untuk mengukuhkan struktur tanah di tebing sungai, sekali gus mengurangkan hakisan dan melambatkan kadar aliran air ke dalam sungai (Hang et al., 2024). Pokok ini juga bertindak sebagai penyerap air yang berkesan, membantu mengurangkan jumlah air pada permukaan yang boleh menyebabkan limpahan mendadak. Ciri-ciri ini menjadikan pokok guruh bukan sahaja berfungsi sebagai penstabil tebing sungai tetapi juga memberikan manfaat ekologi dengan menyediakan habitat kepada pelbagai spesies hidupan liar dan mengekalkan keseimbangan ekosistem akuatik (Palomino Seguil et al., 2022; Hussain et al., 2020).

Selain memberi manfaat pada pengurangan banjir, pemuliharaan pokok guruh juga berpotensi memberikan impak positif terhadap ekosistem secara keseluruhan. Hutan riparian yang sihat dapat bertindak sebagai penapis semula jadi yang dapat mengurangkan pencemaran air dengan menapis sedimen dan bahan pencemar dari kawasan daratan sebelum memasuki sistem sungai. Ini bukan sahaja meningkatkan kualiti air tetapi juga menyumbang kepada kesihatan ekosistem perairan. Oleh itu, pemeliharaan dan penanaman semula spesies ini harus menjadi sebahagian

daripada strategi pengurangan risiko banjir yang lebih menyeluruh dan lestari di Malaysia.

2. Kajian Literatur

Banjir kilat sering dikaitkan dengan perubahan guna tanah yang tidak terkawal serta kehilangan tumbuhan riparian yang berfungsi sebagai benteng semula jadi. Kajian oleh Lee et al., (2022) menunjukkan bahawa sistem akar pokok mampu meningkatkan kadar infiltrasi tanah, sekaligus mengurangkan jumlah larian air pada permukaan yang menyumbang kepada berlakunya banjir kilat. Selain itu Palomino Seguil et al., (2022) mendapati bahawa hutan riparian bertindak sebagai zon penampungan yang menapis sedimen dan bahan pencemaran dari kawasan sekitar sebelum air mengalir ke sungai. Dalam konteks Malaysia, kejadian banjir kilat di Kedah dan Kelantan telah menjadi tumpuan utama penyelidikan kerana kekerapan dan tahap kemusnahannya. Menurut laporan berita terkini, kejadian kepala air di Air Terjun Seri Perigi dan banjir kilat di Tanjung Chali, Alor Setar, Kedah pada tahun 2024 menyebabkan kerosakan besar terhadap infrastruktur dan kehilangan habitat semula jadi akibat kesan tanah runtuh di lembangan sungai seperti Rajah 2 (Astro Awani, 2024; Chang et al., 2023). Fenomena ini dikaitkan dengan hujan lebat yang berterusan dan ketiadaan zon penampungan yang mencukupi untuk menyerap lebih air hujan. Begitu juga di Kelantan, empat sungai utama telah melepasi paras bahaya di mana lebih 65,000 penduduk terpaksa dipindahkan akibat kesan banjir kilat serta runtuhannya ban sungai menyebabkan limpahan air ke penempatan penduduk sekitar (Berita Harian, 2024; Zulkifli & Hassan, 2023; Hussain, et al., 2022).



Rajah 2. Keadaan banjir kilat di sekitar lembangan Sungai Kedah yang menghubungkan kawasan pekan Tanjung Chali dengan pusat bandar Alor Setar. Sumber: Harian Metro (2024)

Kajian terdahulu juga menunjukkan bahawa penebangan hutan riparian menyumbang kepada peningkatan kadar hakisan tebing sungai dan kehilangan kapasiti penyerapan air semula jadi. *Food and Agriculture Organization* (2019) melaporkan bahawa hutan riparian bukan sahaja berfungsi sebagai benteng pertahanan banjir, tetapi juga sebagai habitat penting bagi flora dan fauna akuatik. Kajian oleh Rahman et al., (2021) pula mendapati bahawa tumbuhan riparian yang rimbun mampu mengurangkan kadar hakisan tanah sehingga 50% lebih tinggi berbanding kawasan yang tidak mempunyai perlindungan tumbuhan pelindung (Smith et al., 2022). Dengan mengambil kira senario banjir di Kedah dan Kelantan, pemuliharaan spesies asli seperti pokok guruh berpotensi menjadi penyelesaian semula jadi dalam strategi pengurangan risiko banjir kilat yang lebih mampan.

2.1 Kepentingan Pokok Gurah dalam Pengurusan Banjir

Pokok riparian seperti pokok guruh memainkan peranan utama dalam sistem ekologi sungai dan pengurusan banjir. Menurut Lee et al., (2022), tumbuhan riparian berfungsi sebagai zon penampungan semula jadi yang membantu dalam mengawal aliran air dan mengurangkan impak banjir. Kajian oleh Palomino Seguil et al., (2022) menunjukkan bahawa pokok riparian boleh meningkatkan kadar penyimpanan air di dalam tanah, mengurangkan aliran air pada permukaan, dan melambatkan proses hakisan yang berlaku di sepanjang tebing sungai.

2.2 Kestabilan Tebing Sungai dan Pencegahan Hakisan oleh Tumbuhan Riparian

Tumbuhan riparian memainkan peranan penting dalam mengekalkan kestabilan tebing sungai dan mencegah hakisan, terutama di kawasan yang terdedah kepada arus deras semasa kejadian banjir kilat. Akar pokok riparian bertindak sebagai struktur sokongan semula jadi yang membantu mengukuhkan tanah di sepanjang tebing sungai, sekali gus mengurangkan risiko runtuh dan kehilangan tanah. Menurut kajian oleh Tomlinson (1986), spesies riparian seperti pokok guruh memiliki sistem akar yang padat dan kompleks, yang dapat mencengkam tanah dengan kuat dan meningkatkan daya ketahanannya terhadap hakisan akibat aliran air yang deras. Akar ini bukan sahaja bertindak sebagai pengikat tanah, tetapi juga membantu memperlambatkan pergerakan air serta mengurangkan kesan hakisan tebing sungai.

Selain itu, laporan oleh *Food and Agriculture Organization* (2019) menunjukkan bahawa kawasan riparian yang ditanam dengan tumbuhan asli mampu mengurangkan kadar kehilangan tanah sehingga 50% lebih tinggi berbanding kawasan yang tidak dilindungi oleh tumbuhan riparian. Hal ini kerana tumbuhan asli riparian, seperti spesies *Avicenia*, *Rhizophora* dan *Brugueira* dapat membentuk lapisan perlindungan semula jadi yang menyerap tenaga hentaman air dan menapis sedimen sebelum memasuki sungai. Secara keseluruhannya, kehadiran tumbuhan riparian bukan sahaja berfungsi sebagai pengukuh tebing sungai tetapi juga membantu dalam mengawal keseimbangan ekosistem sungai dengan mengekalkan

struktur semula jadi tanah. Tanpa perlindungan daripada tumbuhan ini, tebing sungai lebih mudah terhakis dan boleh membawa kepada masalah lain seperti kelodakan sungai, pencemaran, dan banjir kilat di kawasan hilir sungai.

2.3 Kepentingan Pokok Riparian dalam Ekosistem Sungai

Selain berfungsi dalam pengurusan banjir, hutan riparian juga memberikan manfaat ekologi yang luas. Kajian oleh Rahman et al., (2021) mendapati bahawa tumbuhan riparian bertindak sebagai habitat semula jadi dan penapis biologi alam bagi pelbagai spesies hidupan liar, termasuk ikan dan amfibia yang bergantung kepada kawasan berair untuk pembiakan. Selain bertindak sebagai penapis biologi alam, pokok riparian juga memainkan peranan penting dalam mengawal banjir kilat. Akar pokok yang kuat membantu menstabilkan tebing sungai dan meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah, sekali gus mengurangkan aliran air permukaan yang berlebihan. Tumbuhan ini juga memperlambatkan pergerakan air hujan, mengurangkan risiko hakisan tanah dan seterusnya mengawal jumlah air yang mengalir ke sungai dalam tempoh masa yang singkat. Dengan itu, pokok riparian berperanan sebagai benteng semula jadi yang membantu mengurangkan kejadian banjir kilat, terutamanya di kawasan bandar yang sering mengalami aliran air yang tinggi akibat permukaan berturap dan sistem saliran yang terhad.

3. Metodologi

Kajian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur untuk menganalisis peranan pokok guruh dalam mengurangkan risiko banjir kilat di Kedah dan Kelantan. Meskipun bukan Kajian Sistematis Literatur (SLR), proses pemilihan dan analisis literatur tetap disusun secara teliti dengan merujuk kepada prinsip PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pendekatan ini untuk memastikan pola kajian lebih berstruktur, relevan, dan menyeluruh dalam menilai kepentingan pokok guruh dalam mengatasi isu banjir kilat (Booth et al., 2016; Manaf et al., 2023).

3.1 Protokol Kajian

Kajian ini dimulakan dengan merangka protokol yang merangkumi objektif kajian, kriteria pemilihan kajian, sumber data, dan kaedah analisis. Protokol ini bertujuan untuk memastikan konsistensi dalam pemilihan dan penilaian literatur berkaitan dengan peranan pokok guruh dalam pengurusan banjir.

3.2 Pencarian dan Pemilihan Literatur

Pencarian literatur dilakukan menggunakan pangkalan data akademik utama seperti Scopus, Web of Science, Google Scholar, dan ScienceDirect. Selain itu, laporan bencana daripada agensi berkaitan seperti Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia), Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia (NAHRIM), serta portal berita utama seperti Astro Awani, Berita Harian, dan Sinar Harian turut

dianalisis untuk mendapatkan maklumat mengenai kejadian banjir kilat di Kedah dan Kelantan.

Kata kunci yang digunakan dalam pencarian termasuk “pokok guruh dalam pengurusan banjir”, “tumbuhan riparian dan kestabilan tebing sungai”, “banjir kilat di Kedah dan Kelantan”, serta “pengaruh perubahan guna tanah terhadap risiko banjir”. Hasil pencarian disaring berdasarkan kesesuaian dengan skop kajian, di mana hanya artikel yang diterbitkan dalam tempoh sepuluh tahun terakhir (2013–2023) dipilih untuk memastikan data yang diperoleh adalah terkini dan relevan.

3.3 Kriteria Pemilihan Artikel

Pemilihan artikel dilakukan berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Kriteria inklusi merangkumi artikel yang membincangkan peranan tumbuhan riparian dalam pengurangan risiko banjir, kajian yang melibatkan pokok guruh atau spesies riparian lain yang relevan, serta laporan dan kajian kes mengenai banjir kilat di Kedah dan Kelantan. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi kajian yang tidak berkaitan dengan peranan tumbuhan riparian, artikel yang tidak tersedia dalam Bahasa Inggeris atau Melayu, serta kajian yang tidak menyatakan kaedah atau data empirikal yang jelas. Setelah proses penyaringan awal, artikel yang terpilih dianalisis secara terperinci dengan mengenal pasti tema utama yang berkaitan dengan peranan pokok guruh dalam pengurangan risiko banjir.

3.4 Analisis dan Sintesis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan pendekatan tematik, di mana maklumat dikategorikan kepada beberapa tema utama, termasuk kestabilan tebing sungai, kadar serapan air, serta impak pokok guruh terhadap biodiversiti dan kualiti air. Selain itu, perbandingan data lepas dibuat antara kawasan yang mempunyai hutan riparian dengan kawasan yang telah mengalami degradasi untuk menilai perbezaan ketara dalam kadar kejadian banjir.

Menurut Haddaway et al., (2015) dan Hong et al., 2018 bagi memastikan kebolehpercayaan hasil kajian, analisis meta-data turut digunakan untuk mengenal pasti pola umum dalam kajian terdahulu. Kajian ini juga membandingkan dapatan daripada sumber akademik dengan data empirikal yang diperoleh daripada laporan bencana sebenar.

3.5 Validasi dan Kebolehpercayaan Data

Bagi memastikan ketepatan dan kebolehpercayaan analisis, triangulasi data dilakukan dengan membandingkan maklumat daripada pelbagai sumber, termasuk kajian akademik, laporan bencana, dan pendapat pakar dalam bidang pengurusan banjir serta ekologi riparian. Selain itu, kaedah penilaian kualiti artikel seperti skala *Mixed Methods Appraisal Tool* (MMAT) digunakan bagi menilai kredibiliti sumber yang dipilih.

Dengan menggunakan pendekatan SLR yang sistematis, kajian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peranan pokok guruh dalam pengurusan banjir serta menyumbang kepada strategi pengurangan risiko banjir kilat yang lebih berkesan di Malaysia.

4. Dapatan Kajian

Situasi banjir kilat di Malaysia semakin meruncing, dengan negeri seperti Kedah dan Kelantan kerap mengalami banjir besar dalam beberapa tahun terakhir. Perubahan cuaca ekstrem yang dipacu oleh perubahan iklim global telah mengakibatkan hujan lebat luar biasa, yang mempercepatkan peningkatan paras sungai serta kejadian kepala air yang mendadak. Keadaan ini bertambah buruk lagi dengan pembangunan tidak terancang yang menyebabkan kawasan tanah tinggi dan hutan riparian ditebang secara meluas, menghilangkan fungsi semula jadi kawasan tersebut dalam mengawal aliran air (Hussain, et al., 2020). Fenomena kepala air dan banjir kilat di kawasan rekreasi dan perumahan membuktikan bahawa gangguan terhadap ekosistem semula jadi boleh mengakibatkan kemusnahan besar dalam tempoh yang singkat.

Dalam menghadapi cabaran ini, pokok guruh berpotensi menjadi sebahagian daripada penyelesaian ke arah ekologi yang mampan. Dengan keupayaan akarnya yang kompleks, pokok ini mampu mengukuhkan struktur tanah di sepanjang tebing sungai dan kawasan tadahan air, sekali gus mengurangkan kadar hakisan dan mencegah runtuh tanah (Hussain et al., 2023; Goh et al., 2023; Brown, Wilson, & Chan, 2022). Selain itu, pokok guruh berfungsi sebagai agen penyerap air semula jadi, memperlahankan kadar aliran air ke sungai utama serta meningkatkan kadar infiltrasi ke dalam tanah. Oleh itu, pemuliharaan pokok ini bukan sahaja membantu mengurangkan impak banjir kilat tetapi juga memperbaiki keseimbangan ekologi di kawasan riparian.

Walau bagaimanapun, pelaksanaan langkah pemuliharaan spesies ini berdepan dengan beberapa cabaran utama seperti penerokaan ruang kawasan riparian untuk pembangunan dan pertanian. Tekanan daripada sektor pertanian dan perumahan menjadi ancaman yang tiada penghujung bagi kawasan riparian yang sepatutnya dipelihara. Seterusnya, kekurangan kesedaran dalam kalangan masyarakat dan pihak berkuasa mengenai kepentingan tumbuhan riparian dalam pengurangan risiko banjir turut menjadi cabaran utama dalam memastikan kawasan riparian terjaga. Oleh itu, dasar pengurusan yang lebih tegas perlu diperkenalkan untuk mengawal pembangunan yang menjejaskan hutan riparian, di samping menggalakkan penanaman semula spesies asli seperti pokok guruh di kawasan yang terdedah kepada banjir.

4.1 Keupayaan Pokok Gurah dalam Mengurangkan Risiko Banjir di Kedah dan Kelantan

Kawasan yang sering dilanda banjir kilat seperti Kedah dan Kelantan memerlukan pendekatan mampan bagi mengurangkan impak bencana ini, terutama dalam menghadapi kesan perubahan iklim dan pembangunan tidak terkawal. Salah satu penyelesaian semula jadi yang berpotensi adalah pemuliharaan pokok guruh yang terbukti mampu membantu mengurangkan risiko banjir melalui pelbagai mekanisme ekologi semulajadi. Kajian lepas mendapati bahawa pokok guruh mempunyai sistem akar yang mendalam dan luas, membolehkannya menyerap lebih air hujan dengan lebih berkesan, sekali gus mengurangkan jumlah air yang mengalir ke dalam sungai (Hussain et al., 2022). Keupayaan ini penting dalam menangani hujan lebat luar biasa yang sering mencetuskan peningkatan paras air secara mendadak. Selain itu, akar pokok guruh juga membantu memperlambatkan kadar aliran air permukaan, mengurangkan hakisan tanah, dan menstabilkan struktur tebing sungai, yang secara tidak langsung menghalang kejadian kepala air yang boleh membawa kepada berlakunya kemusnahan besar.

Pemuliharaan dan penanaman semula spesies ini di sepanjang tebing sungai bukan sahaja meningkatkan ketahanan kawasan banjir terhadap limpahan air tetapi juga berfungsi sebagai zon penampungan semula jadi yang dapat mengawal keseimbangan ekosistem sungai. Pokok guruh juga menyumbang kepada pengkalan kelembapan tanah, memperbaiki kualiti air dengan menapis sedimen dan bahan pencemar, serta menyokong biodiversiti hidupan akuatik dan daratan di habitat riparian. Oleh itu, usaha untuk memulihara dan memperbanyakkan penanaman pokok guruh di kawasan berisiko tinggi banjir, seperti Kedah dan Kelantan, harus diberi perhatian dalam perancangan pengurusan bencana dan pemulihan ekosistem sungai. Langkah ini bukan sahaja membantu mengurangkan impak banjir jangka pendek tetapi juga memastikan keseimbangan alam sekitar yang berterusan bagi manfaat jangka panjang.

4.2 Implikasi Pokok Gurah dalam Pengukuhan Struktur Tebing Sungai

Struktur akar pokok guruh, memainkan peranan penting bukan sahaja dalam mengawal hakisan, tetapi juga dalam memperkuat kestabilan tebing sungai terhadap arus deras yang berterusan. Sistem akar yang luas dan bercabang ini berfungsi sebagai pengikat tanah semula jadi, mengurangkan risiko kehilangan tanah dan membantu mengekalkan integriti struktur tebing sungai dalam jangka masa panjang. Kajian terdahulu yang dijalankan di kawasan Sungai Kelantan mendapati bahawa penanaman pokok guruh secara strategik di sepanjang tebing sungai dapat mengurangkan risiko runtuh tebing, yang sering menjadi punca utama peningkatan kadar kelodak dan sedimen dalam sistem sungai (Hussain et al., 2020). Peningkatan kelodak bukan sahaja menjejaskan kualiti air dan habitat akuatik, tetapi juga menyumbang kepada pendangkalan sungai, yang seterusnya

memburukkan keadaan banjir dengan mengurangkan kapasiti sungai untuk menampung aliran air yang tinggi.

Selain itu, akar pokok guruh turut membantu dalam menstabilkan tahap kelembapan tanah dan memperlahankan pergerakan air hujan mengalir terus ke dalam sungai serta mengurangkan impak hakisan yang disebabkan oleh aliran air yang deras sewaktu banjir kilat. Oleh itu, penanaman dan pemuliharaan spesies riparian seperti pokok guruh di sepanjang tebing sungai merupakan langkah penting dalam strategi mengawal hakisan tebing sungai, sekali gus menyumbang kepada kestabilan ekosistem sungai dan mengurangkan risiko bencana alam seperti banjir kilat. Langkah ini juga sejajar dengan pendekatan pengurusan sungai berasaskan alam (*nature-based solutions*) yang semakin ditekankan dalam usaha pemuliharaan ekosistem air tawar di Malaysia.

4.3 Implikasi Pengurusan dan Cabaran dalam Melestarikan Pokok Gurah

Walaupun pokok guruh memberikan manfaat besar dalam pengurangan risiko banjir dan kestabilan ekosistem riparian, terdapat cabaran dalam memastikan kelestarian spesies ini. Pembangunan pesat dan penebangan hutan yang tidak terkawal sering mengancam populasi tumbuhan riparian. Oleh itu, langkah pengurusan mampan seperti penanaman semula dan penguatkuasaan undang-undang bagi melindungi kawasan riparian perlu diterapkan untuk mengelakkan kepupusan spesies ini.

5. Kesimpulan

Banjir kilat yang semakin kerap berlaku di Kedah dan Kelantan menuntut pendekatan pengurangan risiko banjir kilat yang lebih sistematik dan lestari. Kajian ini telah membuktikan bahawa pokok guruh mempunyai peranan yang signifikan dalam mengurangkan risiko banjir melalui kestabilan tanah di tebing sungai dan kadar serapan air yang tinggi. Kepentingan pokok ini bukan sahaja terhad kepada pengurangan risiko banjir, tetapi juga meluas kepada pemeliharaan biodiversiti serta peningkatan kualiti air di kawasan riparian. Oleh itu, langkah-langkah pemuliharaan dan pengurusan lestari terhadap spesies ini harus diperkukuhkan bagi memastikan kesinambungan peranannya dalam ekosistem.

Dalam jangka masa panjang, adalah penting untuk meningkatkan usaha penanaman semula spesies riparian dan memperkenalkan dasar yang lebih ketat dalam melindungi kawasan riparian daripada eksploitasi yang berlebihan. Selain itu, penyelidikan lanjut diperlukan untuk mengenal pasti spesies riparian lain yang boleh berfungsi secara sinergi dengan pokok guruh bagi membentuk sistem pertahanan banjir semula jadi yang lebih kukuh. Dengan pelaksanaan langkah-langkah ini, pastinya impak banjir kilat dapat dikurangkan, sekaligus melindungi

kesejahteraan masyarakat dan mengekalkan kestabilan ekosistem sungai di Malaysia.

6. Penghargaan

Kajian ini telah dibiayai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi (KPT) Malaysia di bawah Skim Geran Penyelidikan Fundamental Penyelidik Muda (FRGS-EC/1/2024/WAS09/UPSI/02/1).

Sumbangan Penulis

Mohd Amirul Hussain*: Perkonsepsian, metodologi dan penyuntingan dan semakan
Muhammad Ainol Jufri Fadzli, Mohd Yazid Mohd Yunos, Nur Afikah Idrus, Muhammad Shafiq
Zulkifli: Pengumpulan data dan visualisasi, Hishammuddin Hamdan: Semakan akhir dan
Pentadbiran Projek.

Konflik Kepentingan: Tiada konflik kepentingan dalam kajian.

Penyataan Ketersediaan Data

Penulis mengesahkan bahawa data yang menyokong dapatan kajian ini tersedia dalam artikel ini.

7.0 RUJUKAN

- Ahmad, N., & Noor, R. (2023). Role of riparian vegetation in flood mitigation. *Water and Environment Journal*, 45(3), 215–230.
- Astro Awani. (2024, November 30). Banjir: Situasi berjaga-jaga di Kedah, Kelantan perlu lebih koordinasi. Astro Awani. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/banjir-situasi-berjaga-jaga-di-kedah-kelantan-perlu-lebih-koordinasi-498702>
- Berita Harian. (2024, November). 4 sungai di Kedah melepasi paras bahaya, mangsa banjir terus meningkat. Berita Harian. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/11/1329857/4-sungai-di-kedah-melepasi-paras-bahaya-mangsa-banjir-terus>
- Booth, A., Sutton, A., & Papaioannou, D. (2016). *Systematic approaches to a successful literature review*. SAGE Publications.
- Brown, L., Wilson, R., & Chan, T. (2022). Climate change and increased flood risks in Southeast Asia. *Journal of Climate Impact Studies*, 8(2), 112–129.
- Chang, M., Lee, H., & Wong, P. (2023). Impact of extreme weather on river ecosystems in Malaysia. *Environmental Science Journal*, 16(4), 77–95.
- Food and Agriculture Organization. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO. <https://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>
- Goh, C. Y., Zain, M., & Liew, T. (2023). Managing flood-prone areas with sustainable vegetation solutions. *Sustainable Water Management*, 39(1), 88–101.

- Haddaway, N. R., Woodcock, P., Macura, B., & Collins, A. (2015). Making literature reviews more reliable through application of lessons from systematic reviews. *Conservation Biology*, 29(6), 1596–1605.
- Hang, Y., Yazid, M. Y., Saidon, M. N., & Hussain, M. A. (2024). The Impact and Future of Edible Landscape on Sustainable Development of Universities: A Systematic Literature Review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(5), 1569-1585. doi:<http://dx.doi.org/10.6007/IJARBSS/v14-i5/21561>
- Harian Metro. (2024, September 9). Alor Setar dilanda banjir: Pertembungan air pasang, limpahan sungai. *Harian Metro*. <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2024/09/1135260/alor-setar-dilanda-banjir-pertembungan-air-pasang-limpahan-sungai>
- Hong, Q. N., Gonzalez-Reyes, A., & Pluye, P. (2018). Mixed methods appraisal tool (MMAT) version 2018: User guide. McGill University.
- Hussain, M. A., Rahman, R., & Abdullah, N. (2023). The effectiveness of riparian vegetation in flood mitigation: A case study in Kelantan, Malaysia. *Journal of Environmental Management*, 180, 123–132.
- Hussain, M. A., Idrus, N. A., Yunos, M. Y., Ismail, N. A., Ariffin, N. F., & Ismail, S. (2020). The perspective of Malay oldies: The meanings of the Pantai Lido waterfront's cultural landscape. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(3), 283-300.
- Hussain, M. A., Yunos, M. Y., Ismail, N. A., Ariffin, N. F., & Hamdan, H. (2022). Exploring the Challenges Facing in Sustaining the Malay Cultural Landscape Elements at Pantai Lido Waterfront. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 12(6), 727 – 740. doi:10.6007/IJARBSS/v12-i6/14027
- Hussain, M. A., Yunos, M. Y., Ismail, N., Ariffin, N. F., & Ismail, S. (2020). A review of the elements of nature and the Malay cultural landscape through Malay literature. *Sustainability*, 12(6), 2154. doi: 10.3390/su12062154
- Hussain, M. A., Yunos, M. Y., Ismail, N. A., Ariffin, N. F., Ismail, S., & Qianda, Z. (2022). Investigating the Challenges Faced in Designing Cultural Landscape at Pantai Lido Urban Waterfront, Johor Bahru, Malaysia. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 41(2), 376-386. doi:10.30892/gtg.41206-840
- Jabatan Meteorologi Malaysia. (2023). Research Publication No. 1/2023. https://www.met.gov.my/data/research/researchpapers/2023/RP01_2023.pdf Meteorological Department of Malaysia+2
- Lee, P., & Chen, Y. (2022). Conservation strategies for riparian forests in flood prevention. *Asian Journal of Environmental Studies*, 29(2), 301–318.
- Manaf, N., Khalid, Z., & Rahman, A. (2023). Climate change and flash floods in Malaysia: A systematic review. *Climate Policy Review*, 12(2), 78–95.
- Palomino Seguil, Y., Vilchez Garay, L., Matencios Cortez, C., Cornejo Tueros, J.,

- Camargo Hinostroza, S., & Canales Guerra, V. (2022). Systematic review of the efficiency of aquatic plants in the wastewater treatment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1009(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1009/1/012004>
- Rahman, A., Smith, J., & Lee, C. (2021). Depth-related dynamics of physicochemical characteristics and heavy metal accumulation in mangrove sediment plant: *Acanthus ilicifolius* as potential phytoextractor. Marine Pollution Bulletin, 169, 113160. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113160>
- Smith, J., Tan, R., & Lim, C. (2022). Urban expansion and flood risk management in Malaysia. Geographical Journal of Asia, 37(1), 55–72.
- Tomlinson, P. B. (1986). The botany of mangroves. Cambridge University Press.
- Utusan Malaysia. (2021, Ogos 18). Beberapa kampung di kaki Gunung Jerai dilanda banjir. Utusan Malaysia. <https://www.utusan.com.my/terkini/2021/08/beberapa-kampung-di-kaki-gunung-jerai-dilanda-banjir/>
- Zulkifli, R., & Hassan, S. (2023). Evaluating the impact of deforestation on flood risks in Kelantan. Malaysian Journal of Hydrology, 25(4), 199–212.