

**VESSEL TRAITS ACROSS A LAND USE GRADIENT
IN THE TROPICAL RAINFORESTS OF SABAH,
MALAYSIA**



PALASIAH JOTAN

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**FACULTY OF SCIENCE AND NATURAL RESOURCES
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2019**

**VESSEL TRAITS ACROSS A LAND USE GRADIENT
IN THE TROPICAL RAINFORESTS OF SABAH,
MALAYSIA**

PALASIAH JOTAN



UMS

**THESIS SUBMITTED IN FULFILLMENT FOR THE
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE**

**FACULTY OF SCIENCE AND NATURAL RESOURCES
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2019**

ABSTRACT

Ecological plant strategies are reflected in anatomical constraints and trade-offs, influencing the distribution of species in different environmental conditions. In trees, wood anatomical traits serve multiple ecological functions such as structural stability, nutrient storage and water conductance. Vessel traits may determine the response of trees to disturbance such as selective logging which affected vast areas of forests in Borneo and which has been shown to change abiotic conditions. Trade-offs in vessel traits reflect different strategies used by trees to deal with water transport under various environmental conditions. Vessel traits can be essential for the fitness of trees especially when exposed to extreme (hot and dry) conditions in open gaps of selectively logged forest. This study investigates the differences in community level of vessel traits expression between old-growth (OG) and selectively logged forest (SL) in Sabah, Malaysian Borneo and explores the ecological trait variation of trees in these two different forest types. A total of 356 mature trees were sampled, capturing 192 species. From cross sections of branches, vessel area (A) and vessel diameter (VD) were measured and vessel lumen fraction (F), vessel density (N), hydraulically weighted diameter (D_h), vessel area to number ratio (S) also called as a vessel composition metric, and potential hydraulic conductivity (K_p) were calculated. Across all species S varied 61-fold and N showed 15-fold variation. There were significant differences in A ($\chi^2=3.60$; $p=0.044$), VD ($\chi^2=4.05$; $p=0.039$) and K_p ($\chi^2=4.37$; $p=0.035$) between OG and SL: vessel area and diameter were significantly larger in trees present in SL compared to OG forest. In SL, larger A and VD values also contributed to the hydraulic conductivity (K_p) being higher than that of OG forest. These differences in K_p can be explained by the presence of pioneer species in SL that represent fast growing trees which would need efficient water transport to support their fast growth rates. Therefore, logging in tropical forests drives differential expression of wood anatomical traits in response to the modified environments created by the disturbance. Vessel traits of common OG species adapted to ensure high hydraulic resistance when soil moisture is limiting while common species of SL developed an efficient water transport system but their vessels lacked hydraulic safety under stressful environmental conditions. The present study provided an important insight into vascular strategies of trees in Bornean rainforest and highlighted potential limitations on forest resilience during future climatic extremes.

ABSTRAK

SIFAT-SIFAT PEMBULUH KAYU DI SEPANJANG GRADIEN GUNA TANAH DI HUTAN HUJAN TROPIKA SABAH, MALAYSIA

Strategi ekologi tumbuhan dicerminkan dalam kekangan anatomi dan perubahan, mempengaruhi pengagihan spesies dalam keadaan persekitaran yang berbeza. Dalam pokok, ciri-ciri anatomi kayu mempunyai pelbagai fungsi ekologi seperti kestabilan struktur, penyimpanan nutrien dan kealiran air. Ciri-ciri pembuluh boleh menentukan tindak balas pokok kepada gangguan seperti pembalakan terpilih yang mempengaruhi kawasan hutan yang luas di Borneo dan yang telah ditunjukkan mengubah keadaan abiotik. Kelainan dalam ciri-ciri pembuluh menggambarkan strategi yang berbeza yang digunakan oleh pokok untuk menangani pengangkutan air di bawah pelbagai keadaan persekitaran. Ciri-ciri pembuluh boleh menjadi penting untuk daya tahan pokok terutamanya apabila terdedah kepada keadaan ekstrim (panas dan kering) dalam jurang terbuka hutan yang dibalok. Kajian ini menentukan perbezaan ciri-ciri pembuluh dalam komuniti antara hutan dara (HD) dan hutan yang dibalok secara terpilih (HDST) di Sabah, Malaysia dan menentukan variasi sifat ekologi pokok di kedua-dua jenis hutan yang berlainan. Sebanyak 356 pokok matang telah disampel, mewakili 192 spesies. Dari bahagian keratan rentas, saiz pembuluh (A) dan diameter pembuluh (VD) diukur dan pecahan lumen pembuluh (F), ketumpatan pembuluh (N), diameter hidraulik (D_h), kawasan pembuluh kepada nisbah nombor (S) sebagai metrik komposisi pembuluh, dan potensi kekonduksian hidraulik (K_p) dikira. Dalam semua spesies, S bervariasi 61 kali ganda dan N menunjukkan variasi 15 kali ganda. Terdapat perbezaan yang ketara dalam A ($\chi^2=3.60$; $p=0.044$), VD ($\chi^2=4.05$; $p=0.039$) dan K_p ($\chi^2=4.37$; $p=0.035$) antara HD dan HDST: saiz pembuluh dan diameter pembuluh jauh lebih besar pada pokok yang terdapat di HDST berbanding di HD. Dalam HDST, nilai A dan VD yang lebih besar juga menyumbang kepada potensi kekonduksian hidraulik (K_p) yang lebih tinggi daripada HD. Perbezaan dalam K_p ini dapat dijelaskan oleh kehadiran spesies perintis dalam HDST yang mewakili pokok yang berkembang pesat yang memerlukan pengangkutan air yang efisien untuk menyokong kadar pertumbuhan yang cepat. Oleh itu, pembalakan di hutan tropika memacu pembezaan berlainan sifat-sifat anatomi kayu sebagai tindak balas kepada persekitaran yang diubahsuai yang dicipta oleh gangguan tersebut. Ciri-ciri pembuluh spesies lazim HD beradaptasi untuk memastikan rintangan hidraulik yang tinggi apabila kelembapan tanah terhad sementara spesies lazim HDST memacu sistem pengangkutan air yang cekap tetapi pembuluh mereka kekurangan hidraulik di bawah keadaan persekitaran yang tertekan. Kajian ini memberikan satu gambaran penting mengenai strategi pokok vaskular di hutan hujan tropika dan menyerlahkan potensi batasan ketahanan hutan pada iklim ekstrim masa depan.