

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keanekaragaman Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra

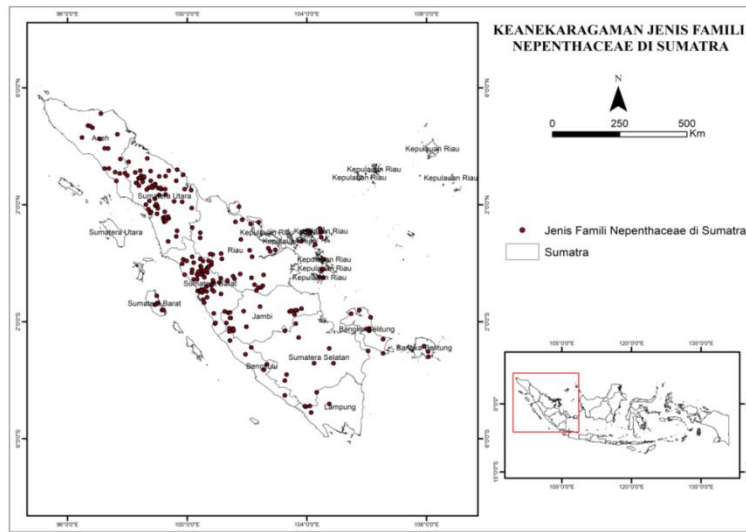
Berdasarkan studi yang bersumber dari *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), buku, jurnal ilmiah, berita media, dan laporan kegiatan eksplorasi yang tersedia, baik secara global maupun *online*, didapatkan Nepenthaceae di Sumatra yaitu sebanyak 41 jenis (Tabel 4.1). Data tersebut telah divalidasi menggunakan *Plants of the World Online* melalui *website* powo.science.kew.org yang telah dijadikan sebagai acuan taksonomi tumbuhan di seluruh dunia.

Dari 41 jenis Nepenthaceae yang diperoleh (Tabel 4.1), didapatkan titik koordinat yang dipresentasikan ke dalam peta menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8, QGIS versi 3.28.2, MaxEnt, dan R studio. Berdasarkan peta keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra yang telah dibuat, terdapat 487 titik koordinat lokasi ditemukannya Nepenthaceae dengan jumlah lokasi terbanyak yaitu Provinsi Sumatra Utara, diikuti Sumatra Barat, Riau, Jambi, Sumatra Selatan, Aceh, Kepulauan Riau, Bangka Belitung, Bengkulu, dan Lampung (Gambar 4.1).

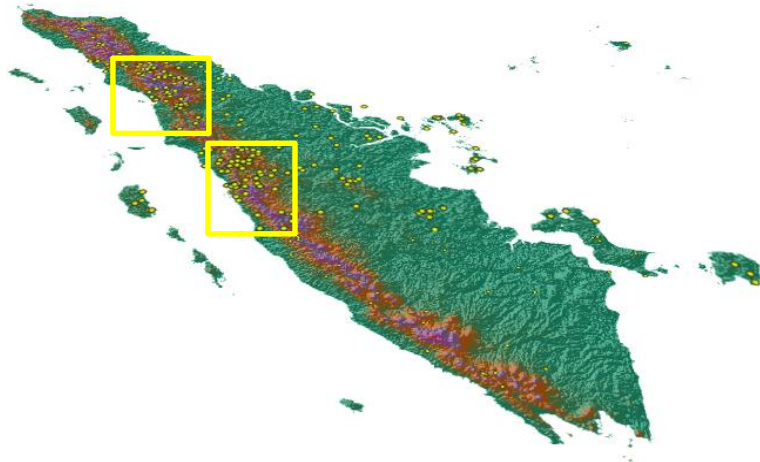
Selanjutnya dari peta keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra tersebut dibuat peta dengan menambahkan ketinggian (elevasi) sehingga diperoleh peta tiga dimensi (Gambar 4.2). Peta tersebut kemudian dianalisis menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8 dengan menggunakan parameter pola distribusi (*Collect Events*), dimana titik koordinat terdekat pada jarak 500 m dihubungkan satu sama lain sehingga terbentuk sebuah pola yang lebih besar dengan titik-titik yang berdekatan (Gambar 4.3).

Tabel 4.1 Daftar Keanekaragaman Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra

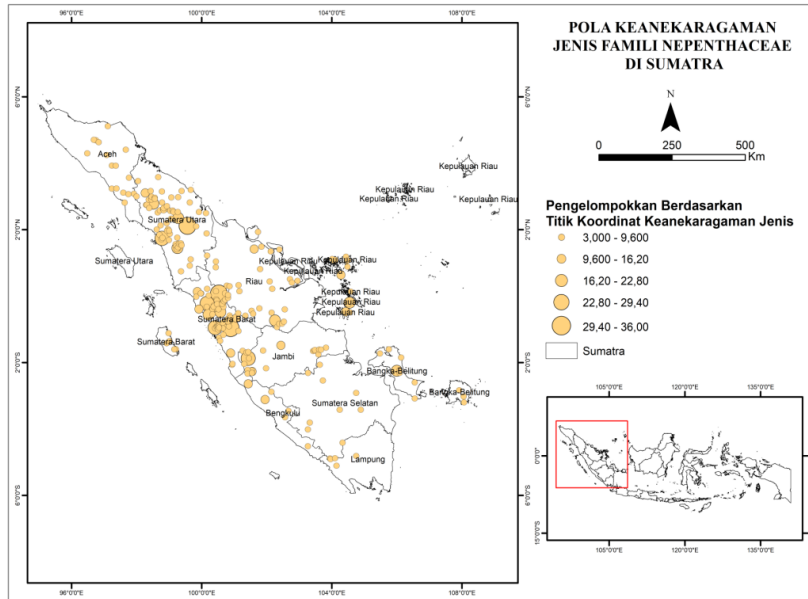
No	Jenis	Lokasi Ditemukan
1	<i>Nepenthes adnata</i> Tamin & M.Hotta ex Schlauer	Sumatra
2	<i>Nepenthes albomarginata</i> W.Lobb ex Lindl	Malaya, Sumatra
3	<i>Nepenthes ampullaria</i> Jack.	Kalimantan, Sumatra, Maluku, Malaya, Papua Nugini, Thailand
4	<i>Nepenthes angasanensis</i> Maulder, D.Schub., B.R.Salmon & B.Quinn	Sumatra
5	<i>Nepenthes aristolochioides</i> Jebb & Cheek	Sumatra
6	<i>Nepenthes bongso</i> Korth. (Sinonim: <i>Nepenthes carunculata</i> Danser)	Sumatra
7	<i>Nepenthes densiflora</i> Danser	Sumatra
8	<i>Nepenthes diatas</i> Jebb & Cheek	Sumatra
9	<i>Nepenthes dubia</i> Danser (Sinonim: <i>Nepenthes tenuis</i> Nerz & Wistuba)	Sumatra
10	<i>Nepenthes eustachya</i> Miq.	Sumatra
32	<i>Nepenthes singalana</i> Becc. (Sinonim: <i>Nepenthes junghuhnii</i> Macfarl. Ex Ridl.)	Sumatra
33	<i>Nepenthes sumatrana</i> (Miq.) Beck ex Tamin & M.Hotta	Sumatra
34	<i>Nepenthes spathulata</i> Danser	Sumatra
35	<i>Nepenthes spectabilis</i> Dancer	Sumatra
36	<i>Nepenthes talangensis</i> Nerz & Wistuba	Sumatra
37	<i>Nepenthes tobaica</i> Danser	Sumatra
38	<i>Nepenthes xharauensis</i> Hernawati, R.Satria & Chi.C.Lee.	Sumatra
39	<i>Nepenthes xhookeriana</i> H.Low	Kalimantan, Malaya, Sumatra
40	<i>Nepenthes xneglecta</i> Macfarl.	Kalimantan, Malaya, Sumatra
41	<i>Nepenthes xtrichocarpa</i> Miq.	Kalimantan, Malaya, Sumatra



Gambar 4.1 Peta keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra.

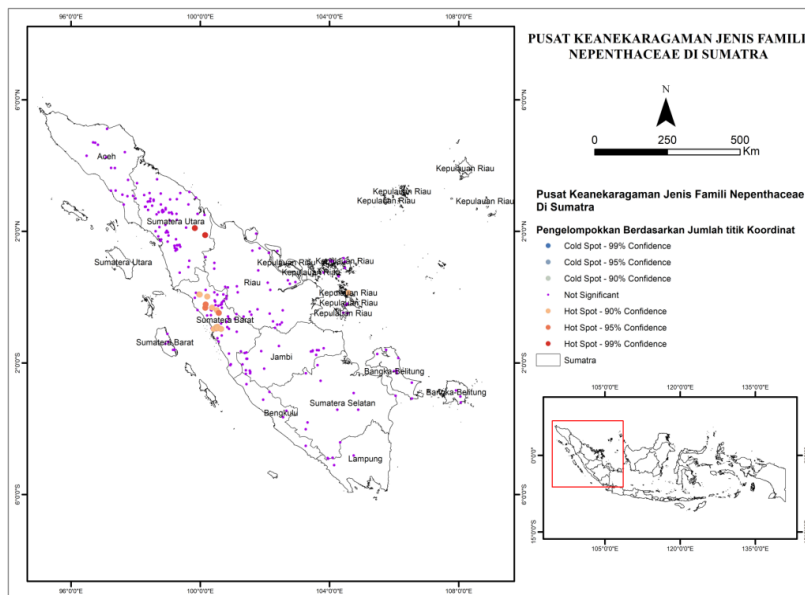


Gambar 4.2 Peta keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae berdasarkan ketinggian lokasi (elevasi) di Sumatra.



Gambar 4.3 Peta pola distribusi keanekaragaman jenis dari famili Nepenthaceae di Sumatra.

Peta pola distribusi keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra selanjutnya dianalisis pusatnya (*hotspot*) berdasarkan titik koordinat yang telah ditemukan dengan *software* ArcGIS versi 10.8. Berdasarkan peta yang dihasilkan (Gambar 4.4), pusat (*hotspot*) di Sumatra Barat dan Sumatra Utara memiliki kluster dominan yang tinggi, diikuti Provinsi Jambi dan Riau berwarna merah dengan tingkat keakuratan 90-99% menandakan tingkat keanekaragaman yang tinggi (*hotspot*) dan ancaman yang tinggi pula sehingga menjadi daerah pusat yang perlu diperhatikan dalam bidang konservasi tumbuhan. Sementara itu, Provinsi Sumatra Selatan, Bengkulu, Lampung, Bangka Belitung, dan Aceh menunjukkan kluster yang tidak menunjukkan adanya pusat distribusinya.

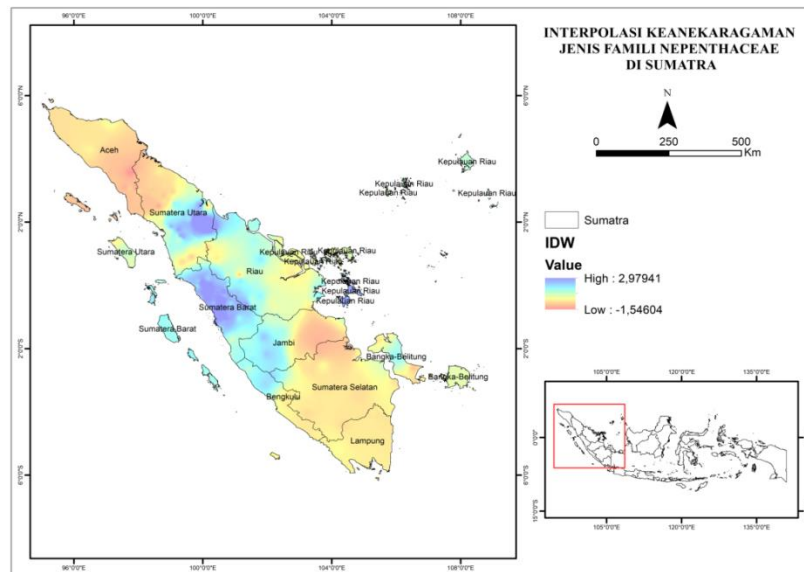


Gambar 4.4 Peta pusat (*hotspot*) keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra.

Berdasarkan hasil pemodelan keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra, ditemukan pusat keanekaragaman jenis Nepenthaceae yang berada di Provinsi Sumatera Utara dan Provinsi Sumatera Barat. Hasil tersebut relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hernawati *et al.* (2002) yang menunjukkan bahwa Sumatera Utara merupakan pusat banyak ditemukannya Nepenthaceae, tepatnya di wilayah pesisir hingga hutan pegunungan di bagian barat. Sumatera Barat memiliki habitat yang sangat potensial bagi pertumbuhan Nepenthaceae. Keanekaragaman Nepenthaceae tersebar di seluruh provinsi di Pulau Sumatra dan terbanyak ditemukan di kawasan bukit barisan yang terbentang dari Lampung hingga Aceh. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap karakter morfologi Nepenthaceae, di mana kondisi lingkungan yang berbeda dapat mempengaruhi sifat dan bentuk morfologinya sehingga mengakibatkan keanekaragaman yang tinggi pada Nepenthaceae (Selviana *et al.*, 2018).

Sumatra Utara memiliki tingkat keanekaragaman tertinggi karena terdapat 26 jenis *Nepenthes* dan 6 jenis silangan alami Nepenthaceae yang ditemukan di wilayah tersebut (Ginting, 2018). Sumatra Utara dan Sumatra Barat menjadi pusat keanekaragaman jenis Nepenthaceae di Sumatra, salah satunya Kabupaten Samosir di Sumatra Utara yang mempunyai banyak hutan hujan tropis sehingga sesuai untuk pertumbuhan Nepenthaceae, dimana di wilayah tersebut ditemukan tiga jenis *Nepenthes*, yaitu *N. tobaica*, *N. gracilis*, dan *N. eustachya* (Sitorus *et al.*, 2021).

Selanjutnya, peta pusat keanekaragaman yang telah dibuat diinterpolasi menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8 sehingga diperoleh pusat keanekaragaman Nepenthaceae di Sumatra, ditunjukkan dengan warna biru tua. *Inverse Distance Weighting* (IDW) menunjukkan interpolasi di mana titik yang lokasinya lebih dekat dengan lokasi yang diperkirakan akan lebih berpengaruh daripada titik yang jaraknya lebih jauh. Warna biru pada peta menunjukkan area yang lebih tinggi interpolasinya yang ditemukan di daerah Sumatra Barat dan Sumatra Utara. Sementara itu, daerah berwarna orange menunjukkan adanya distribusi yang lebih rendah, seperti Aceh, Jambi, dan sebagian wilayah Sumatra Selatan (Gambar 4.5).



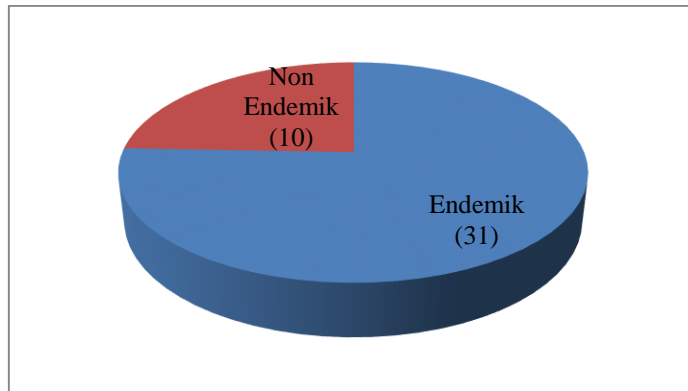
Gambar 4.5 Peta interpolasi (IDW) keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra.

B. Endemisitas Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra

Penyeleksian data sekunder yang didapatkan dari berbagai referensi, seperti buku, jurnal ilmiah, data eksplorasi, dan berita media, kemudian divalidasi dengan *Plants of the World Online* melalui website powo.science.kew.org, dan dilakukan pendataan jenis-jenis Nepenthaceae endemik Sumatra. Dari hasil penyeleksian tersebut diperoleh total 41 jenis Nepenthaceae, di mana sebanyak 31 jenis bersifat endemik dan 10 jenis non-endemik (Tabel 4.2, Gambar 4.6). Dari daftar endemisitas kemudian dibuat diagram lingkaran untuk mengetahui jumlah jenis endemisitas Nepenthaceae di Sumatra (Gambar 4.6).

Tabel 4.2 Daftar Jenis Endemik pada Famili Nepenthaceae di Sumatra

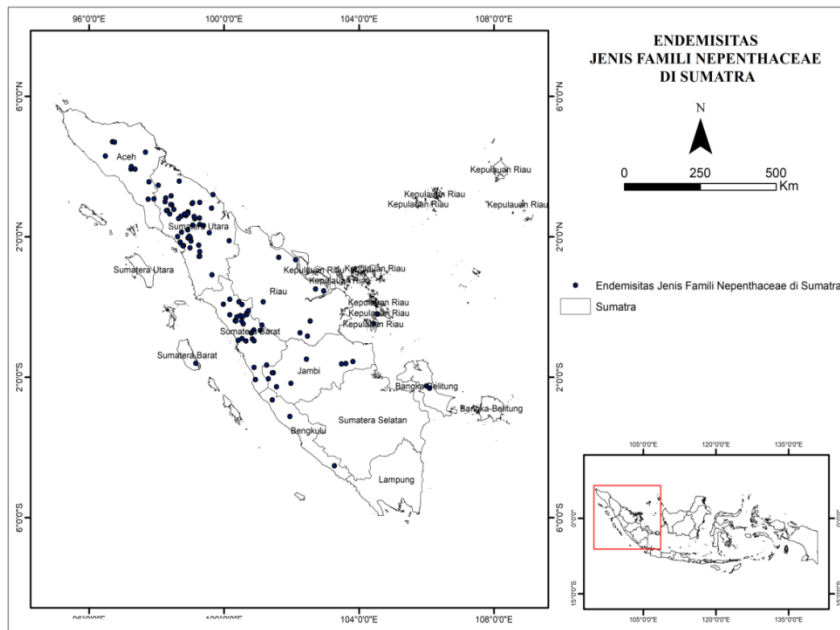
No	Jenis
1	<i>Nepenthes adnata</i> Tamin & M.Hotta ex Schlauer
2	<i>Nepenthes angasanensis</i> Maulder, D.Schub., B.R.Salmon & B.Quinn
3	<i>Nepenthes aristolochioides</i> Jebb & Cheek
4	<i>Nepenthes bongso</i> Korth. (Sinonim: <i>Nepenthes carunculata</i> Danser)
5	<i>Nepenthes densiflora</i> Danser
6	<i>Nepenthes diatas</i> Jebb & Cheek
7	<i>Nepenthes dubia</i> Danser (Sinonim: <i>Nepenthes tenuis</i> Nerz & Wistuba)
8	<i>Nepenthes eustachya</i> Miq.
9	<i>Nepenthes flava</i> Wistuba, Nerz & A.Fleischm
10	<i>Nepenthes inermis</i> Danser
20	<i>Nepenthes ovata</i> Nerz & Wistuba
21	<i>Nepenthes pectinata</i> Danser (Sinonim: <i>Nepenthes xiphioides</i> B.R.Salmon & Maulder)
22	<i>Nepenthes putaigneung</i> Al-Farishy, Metusala & Jebb
23	<i>Nepenthes rigidifolia</i> Akhriadi, Hernawati & Tamin
24	<i>Nepenthes rhombicaulis</i> Sh. Kurata
25	<i>Nepenthes singalana</i> Becc. (Sinonim: <i>Nepenthes junghuhnii</i> Macfarl. Ex Ridl.)
26	<i>Nepenthes sumatrana</i> (Miq.) Beck ex Tamin & M.Hotta
27	<i>Nepenthes spathulata</i> Danser
28	<i>Nepenthes spectabilis</i> Dancer
29	<i>Nepenthes talangensis</i> Nerz & Wistuba
30	<i>Nepenthes tobaica</i> Danser
31	<i>Nepenthes xharauensis</i> Hernawati, R.Satria & Chi.C.Lee.



Gambar 4.6 Endemisitas jenis famili Nepenthaceae di Sumatra.

Tumbuhan endemik merupakan jenis tumbuhan yang hanya dapat ditemukan di suatu wilayah tertentu saja. Berdasarkan penelitian Akhriadi *et al.* (2004), terdapat 29 jenis Nepenthaceae di Sumatra, 12 di antaranya merupakan hibrida alami yang ditemukan di kawasan pegunungan hingga pantai. Endemisitas menjadi prioritas bagi suatu jenis untuk dikonservasi karena faktor geografis yang sempit atau terbatas, populasinya sedikit, eksploitasi berlebih oleh manusia untuk diperjualbelikan, pertumbuhannya membutuhkan lingkungan yang stabil, dan variabilitas genetiknya rendah. Saat ini keberadaan Nepenthaceae di alam semakin terancam akibat kerusakan alam dan eksploitasi yang berlebih. Di Indonesia, Nepenthaceae banyak yang diperjualbelikan, hal tersebut menyebabkan populasinya semakin berkurang jika upaya konservasi tidak segera dilakukan (Mukra *et al.*, 2018). Salah satu tantangan yang dihadapi dalam upaya konservasi Nepenthaceae secara *ex situ* adalah kondisi lingkungan yang berbeda dengan habitat atau lingkungan aslinya sehingga perlu adaptasi di luar habitat aslinya (Jeffri *et al.*, 2017). Konservasi secara *ex situ* dapat berhasil jika mampu mengenali karakteristik jenis Nepenthaceae yang akan dikonservasi, iklim mikro seperti cahaya, air, kelembapan udara, dan suhu udara, serta media tanam yang sesuai untuk pertumbuhan Nepenthaceae (Mansur, 2006).

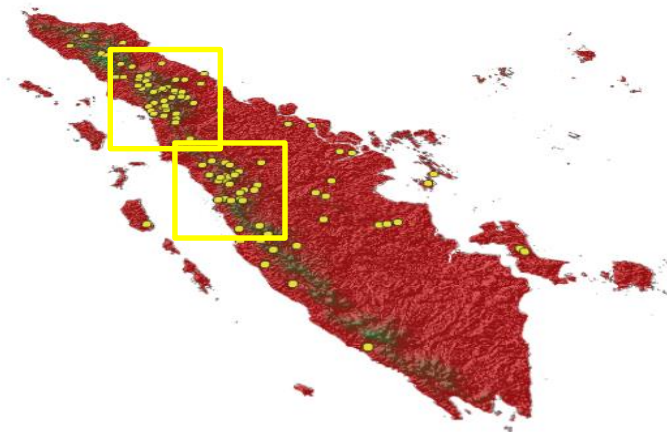
Dari data endemisitas *Nepenthaceae* yang diperoleh kemudian dibuat peta berdasarkan titik koordinat yang didapatkan. Berdasarkan peta yang dihasilkan, terdapat sebanyak 171 titik koordinat yang menunjukkan lokasi ditemukannya *Nepenthaceae* endemik dengan jumlah terbanyak yaitu di Provinsi Sumatra Utara, diikuti Sumatra Barat, Riau, Jambi, Aceh, Kepulauan Riau, dan Bangka Belitung (Gambar 4.7).



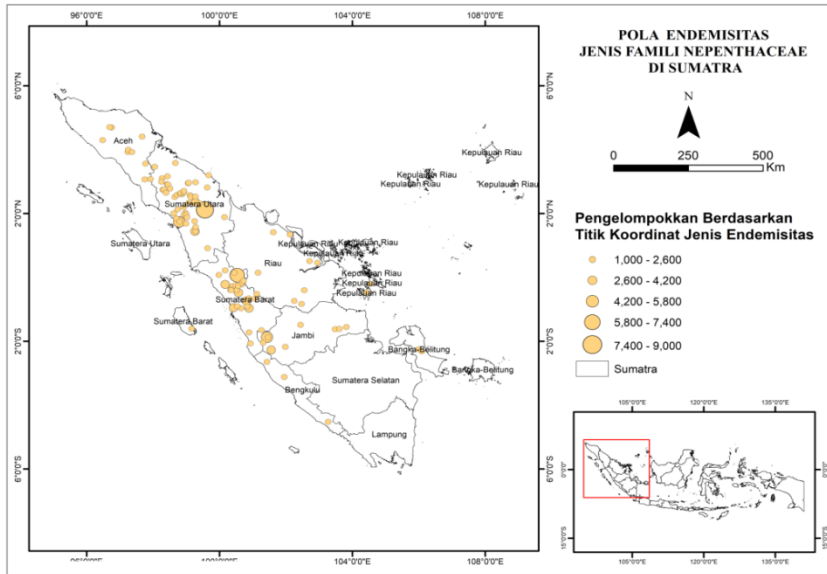
Gambar 4.7 Peta Endemisitas jenis pada famili *Nepenthaceae* di Sumatra

Peta endemisitas *Nepenthaceae* di Sumatra yang telah dibuat kemudian ditambah dengan ketinggian (elevasi), hasilnya endemisitas jenis *Nepenthaceae* ditemukan paling banyak di dataran tinggi yang ditemukan di Sumatra Utara dan Sumatra Utara meskipun sebagian ditemukan di dataran rendah (Gambar 4.8). Selanjutnya dibuat pemodelan berdasarkan analisis pola distribusi (*Collect Events*) menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8, di mana titik-titik koordinat terdekat dihubungkan satu sama lain pada jarak 500 meter. Dari pemodelan tersebut diperoleh hasil jenis terdekat

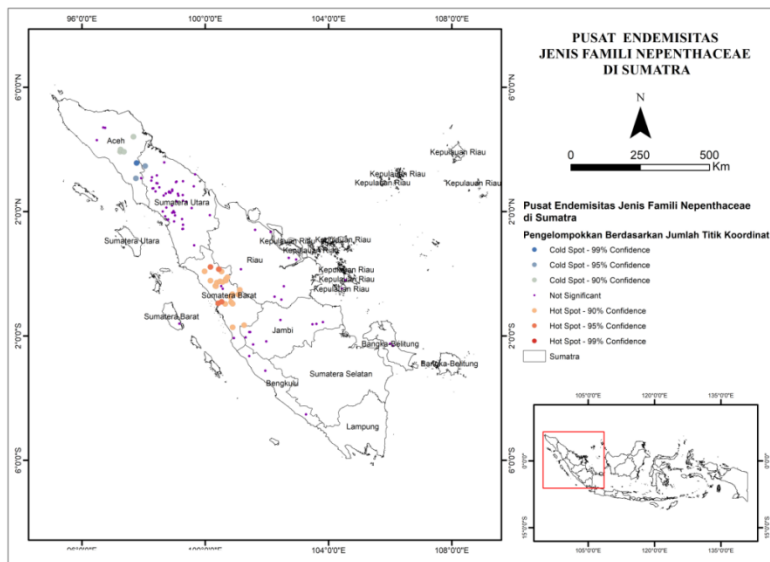
berada di Sumatra Utara, Sumatra Barat, dan Jambi (Gambar 4.9). Peta pola distribusi kemudian dianalisis berdasarkan pusat distribusinya untuk mengetahui wilayah yang memiliki endemisitas tertinggi. Hasil yang diperoleh menunjukkan pusat (*hotspot*) ditemukan di Provinsi Sumatra Barat, sedangkan *coldspot* ditemukan di Provinsi Aceh. Tingkat keakuratan pusat (*hotspot*) endemisitas tertinggi yaitu 90-99% yang menunjukkan jenis endemik tertinggi ditemukan di wilayah tersebut dan tingkat ancamannya pun tinggi (Gambar 4.10).



Gambar 4.8 Peta endemisitas jenis pada famili Nepenthaceae berdasarkan ketinggian lokasi (elevasi) di Sumatra

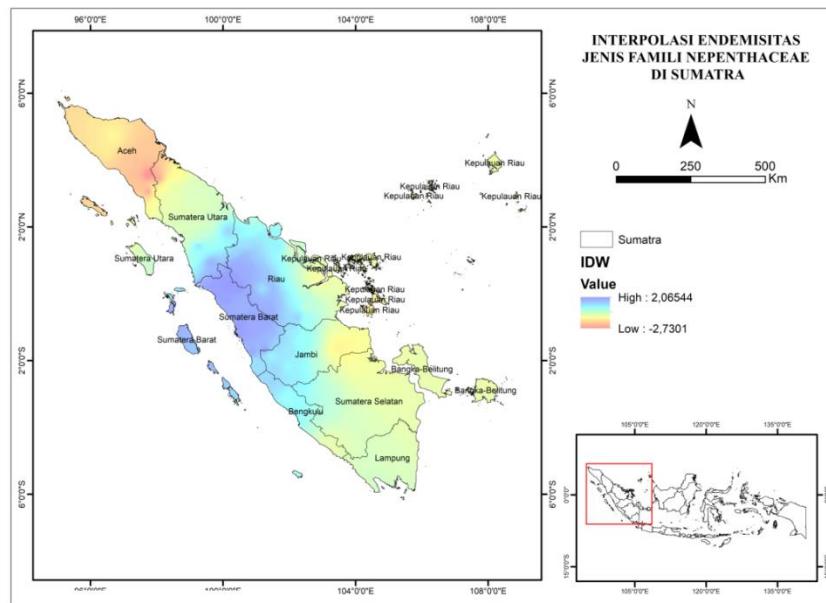


Gambar 4.9 Peta pola distribusi endemisitas jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra



Gambar 4.10 Peta Pusat (*Hotspot*) Endemisitas Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra

Peta pusat endemisitas selanjutnya dianalisis interpolasinya dengan menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8 untuk mengetahui pusat endemisitas Nepenthaceae dengan area berwarna biru tua menunjukkan wilayah yang menjadi pusatnya. Hasil *Inverse Distance Weighting* (IDW) menunjukkan tinggi-rendahnya interpolasi distribusi endemisitas Nepenthaceae, di mana area berwarna biru tua menunjukkan area yang lebih tinggi interpolasinya yang banyak ditemukan di Sumatra Barat. Sementara itu, area berwarna oranye menunjukkan wilayah dengan distribusi yang lebih rendah, seperti di Aceh (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Peta Interpolasi (IDW) Endemisitas Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra

Hasil pemodelan endemisitas Nepenthaceae di Sumatra menunjukkan Sumatra Barat merupakan provinsi yang paling banyak ditemukan jenis Nepenthaceae endemik. Hal tersebut karena kondisi lingkungan di Sumatra Barat mendukung Nepenthaceae untuk tumbuh dengan baik. Nepenthaceae mudah tumbuh dan menyukai tempat dengan kondisi terbuka atau agak terbuka, seperti areal hutan (Azwar, 2006). Nepenthaceae dapat tumbuh

dengan baik di dataran rendah, hutan kerangas, hutan hujan tropis, gunung kapur, padang rumput, dan hutan pegunungan (Mansur, 2006). Sumatra Barat terbagi menjadi daerah dataran tinggi dan dataran rendah. Kawasan pegunungan yang luas dan kemiringan lahan yang curam menjadi faktor utama endemisitas Nepenthaceae di daerah tersebut tergolong tinggi (Dinas Lingkungan Hidup, 2022).

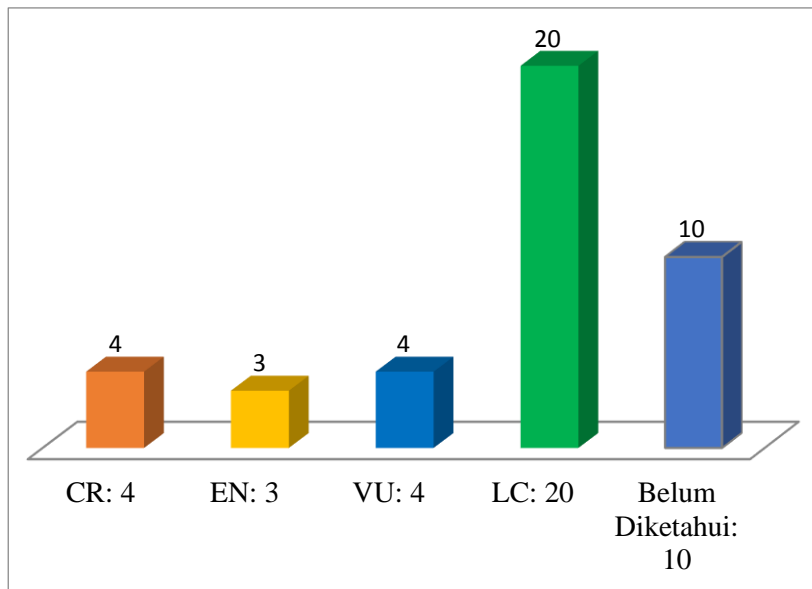
C. Jenis-jenis Nepenthaceae di Sumatra yang telah Diakses Berdasarkan Kriteria IUCN

International Union for Conservation of Nature (IUCN) merupakan lembaga internasional yang fokus di bidang konservasi alam. IUCN melibatkan sebanyak kurang lebih 15.000 tenaga ahli dari 185 negara, menghasilkan ketetapan standar global di bidangnya dan pengetahuan baru, memberikan pengaruh pada 1.300 organisasi, baik pemerintah maupun non-pemerintah, serta melakukan aksi proyek konservasi di seluruh dunia. Terdapat tujuh kategori IUCN yaitu (1) punah (*Extinct* dan *Extinct in the wild*), (2) kritis (*Critically Endangered*), (3) genting (*Endangered*), (4) rentan (*Vulnerable*), (4) hampir terancam (*Near Threatened*), (5) berisiko rendah terhadap kepunahan (*Least Concern*), (6) informasi kurang (*Data Deficient*), dan (7) tidak dievaluasi (*Not Evaluated*) (Hamid *et al.*, 2015). Dari hasil pendataan Nepenthaceae di Sumatra berdasarkan Kriteria IUCN diperoleh sebanyak 31 jenis, di mana 4 jenis di antaranya termasuk kriteria kritis (*Critically Endangered/CR*), 3 jenis genting (*Endangered/EN*), 4 jenis rentan (*Vulnerable/VU*), dan 20 jenis berisiko rendah (*Least Concern/LC*) (Tabel 4.3, Gambar 4.12).

Tabel 4.3 Daftar Jenis dari Famili Nepenthaceae di Sumatra yang telah Diakses Berdasarkan Kriteria IUCN

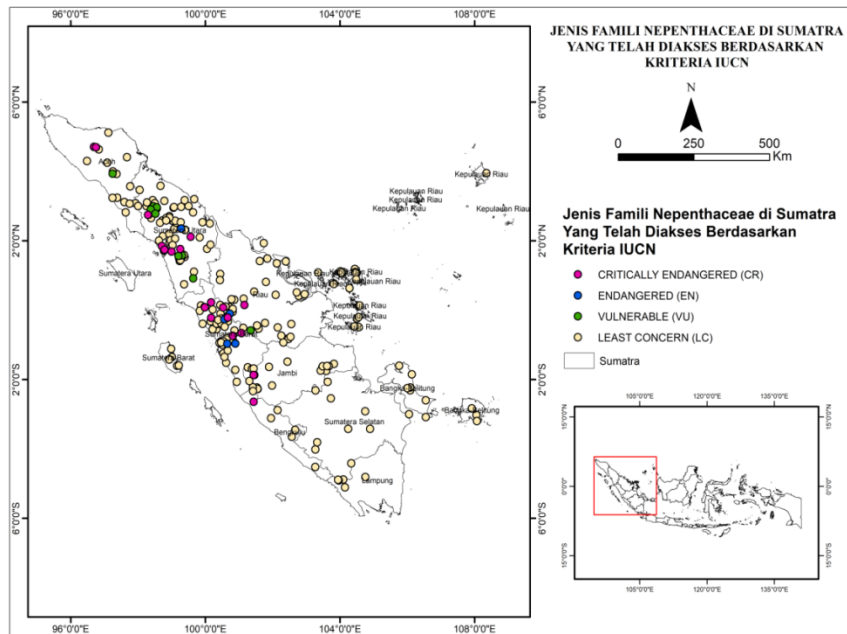
No	Jenis	Kriteria
1	<i>Nepenthes aristolochioides</i> Jebb & Cheek	CR
2	<i>Nepenthes lavicola</i> Wistuba & Rishcer	CR
3	<i>Nepenthes rigidifolia</i> Akhriadi, Hernawati & Tamin	CR
4	<i>Nepenthes sumatrana</i> (Miq.) Beck ex Tamin & M.Hotta	CR
5	<i>Nepenthes adnata</i> Tamin & M.Hotta ex Schlauer	EN
6	<i>Nepenthes talangensis</i> Nerz & Wistuba	EN
7	<i>Nepenthes dubia</i> Danser	EN
8	<i>Nepenthes mikei</i> B.R.Salmon & Maulder	VU
9	<i>Nepenthes naga</i> Akhriadi, Hernawati, Primaldhi & M.Hambali	VU
10	<i>Nepenthes rhombicaulis</i> Sh. Kurata	VU
11	<i>Nepenthes spectabilis</i> Dancer	VU
12	<i>Nepenthes albomarginata</i> W.Lobb ex Lindl	LC
13	<i>Nepenthes ampullaria</i> Jack.	LC
14	<i>Nepenthes angasanensis</i> Maulder, D.Schub., B.R.Salmon & B.Quinn	LC
15	<i>Nepenthes bongso</i> Korth.	LC
16	<i>Nepenthes densiflora</i> Danser	LC
17	<i>Nepenthes diatas</i> Jebb & Cheek	LC
18	<i>Nepenthes eustachya</i> Miq.	LC
19	<i>Nepenthes gracilis</i> Korth.	LC
20	<i>Nepenthes gymnamphora</i> Reinw. ex Nees	LC
21	<i>Nepenthes inermis</i> Danser	LC
22	<i>Nepenthes izumiae</i> Troy Davis, C.Clarke & Tamin	LC
23	<i>Nepenthes longifolia</i> Nerz & Wistuba	LC
24	<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce	LC
25	<i>Nepenthes ovata</i> Nerz & Wistuba	LC
26	<i>Nepenthes pectinata</i> Danser	LC
27	<i>Nepenthes rafflesiana</i> Jack	LC
28	<i>Nepenthes reinwardtiana</i> Miq.	LC
29	<i>Nepenthes singalana</i> Becc.	LC
30	<i>Nepenthes spathulata</i> Danser	LC
31	<i>Nepenthes tobaica</i> Danser	LC

Keterangan: CR= *Critically Endangered*, EN= *Endangered*, VU= *Vulnerable*, LC= *Least Concern*



Gambar 4.12 Status Kelangkaan Nepenthaceae Berdasarkan Kriteria IUCN di Sumatra

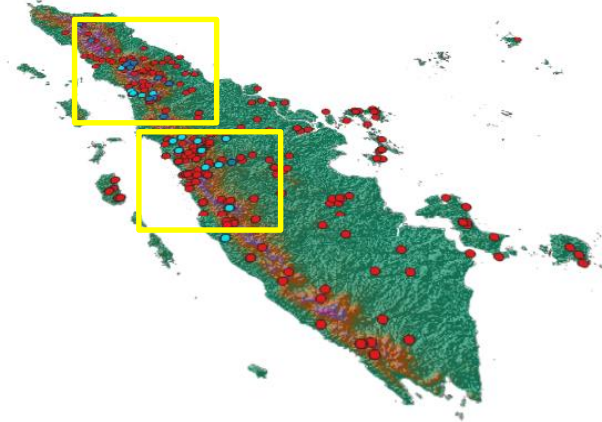
Berdasarkan status kelangkaan Nepenthaceae selanjutnya dilakukan pemodelan dengan menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8. Dari 90 titik koordinat yang didapatkan dari data GBIF, ditemukan Nepenthaceae yang telah didata oleh IUCN yaitu sebanyak 31 jenis, di mana sebanyak 20 jenis yang berisiko rendah terdapat di seluruh provinsi di Sumatra. Jenis Nepenthaceae yang terancam punah terbanyak di Provinsi Sumatra Barat dan Sumatra Utara, jenis yang rentan banyak ditemukan di Sumatra Utara, dan jenis yang genting ditemukan di Sumatra Barat (Gambar 4.13).



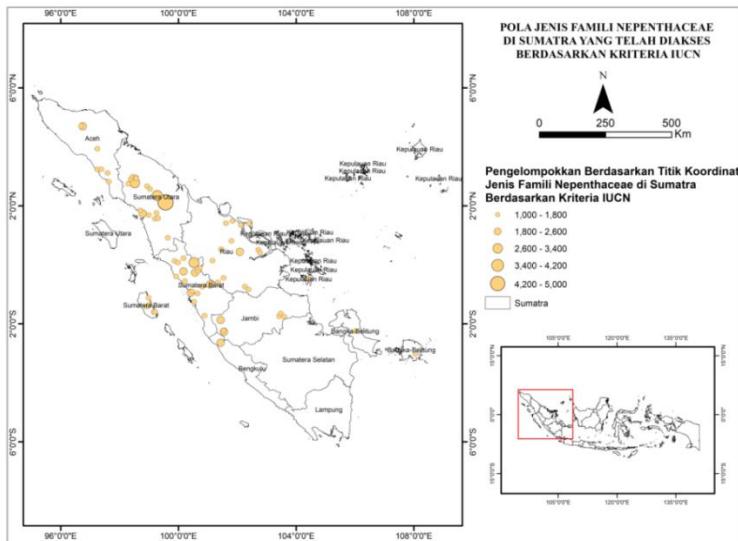
Gambar 4.13 Peta Jenis dari Famili Nepenthaceae di Sumatra yang telah diakses berdasarkan Kriteria IUCN

Dari peta jenis-jenis Nepenthaceae di Sumatra yang telah diakses berdasarkan kriteria IUCN kemudian ditambahkan ketinggian (elevasi) dengan menggunakan *software* QGIS versi 3.28.2. Berdasarkan peta dengan elevasi (ketinggian) status kelangkaan jenis, Nepenthaceae ditemukan paling banyak di daerah dataran tinggi yaitu Bukit Barisan yang terbentang dari Lampung hingga Aceh meskipun sebagian besar ditemukan di daerah dataran rendah di seluruh wilayah di Sumatra (Gambar 4.14). Selanjutnya dilakukan analisis data berdasarkan titik-titik koordinat yang didapatkan dengan menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8 melalui analisis (*Collect Events*) yang menunjukkan titik-titik koordinat terdekat dihubungkan satu sama lain pada jarak 500 m. Hasilnya, titik terdekat ditemukan di daerah Sumatra Utara, Sumatra Barat, Riau, Jambi, Aceh, dan Bengkulu (Gambar 4.15). Kemudian dilakukan analisis terhadap pusat jenis Nepenthaceae berdasarkan kriteria IUCN menggunakan *software* ArcGIS

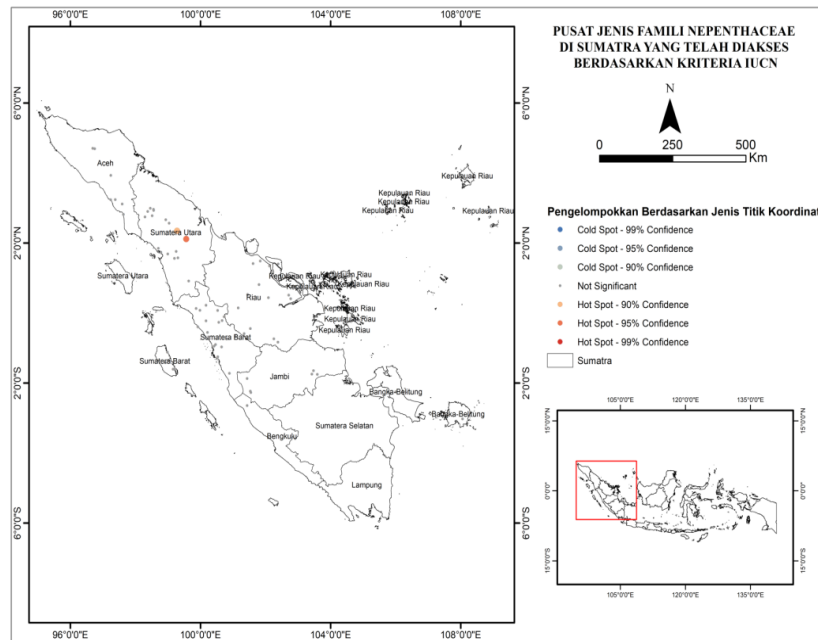
versi 10.8. Hasil analisis menunjukkan pusat (*hotspot*) analisis kelangkaan Nepenthaceae ditemukan di Provinsi Sumatra Utara (Gambar 4.16).



Gambar 4.14 Peta jenis dari famili Nepenthaceae yang telah diakses berdasarkan kriteria IUCN dengan ketinggian lokasi (elevasi) di Sumatra

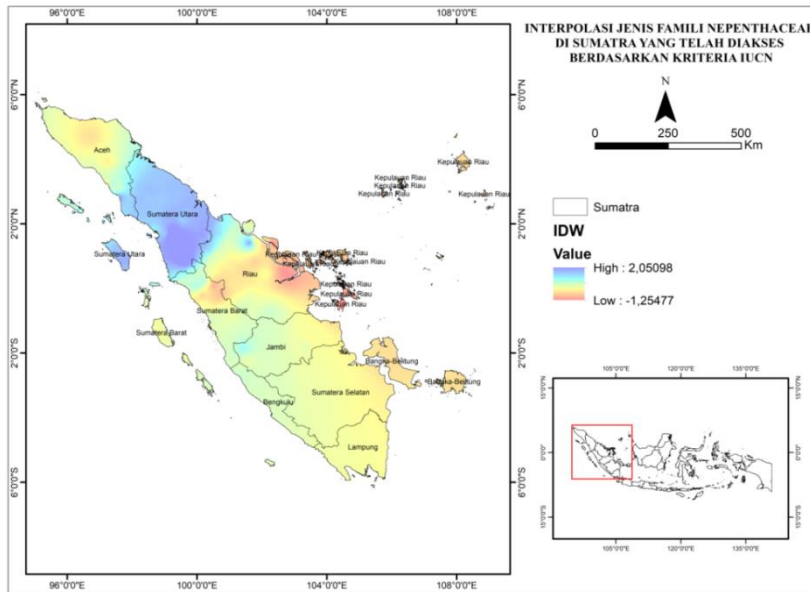


Gambar 4.15 Peta pola distribusi jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra yang telah diakses berdasarkan kriteria IUCN



Gambar 4.16 Peta pusat (*hotspot*) jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra yang telah diakses berdasarkan kriteria IUCN

Kemudian peta pada Gambar 4.16 dianalisis interpolasinya (*Inverse Distance Weighting/IDW*) dengan menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8. Hasilnya menunjukkan area berdasarkan rendah dan tingginya interpolasi distribusi status kelangkaan Nepenthaceae di Sumatra. Interpolasi yang lebih tinggi berwarna biru tua berada di Sumatra Utara. Sementara itu, area berwarna oranye menunjukkan wilayah distribusi yang lebih rendah, seperti di Provinsi Riau (Gambar 4.17). Hasil pemodelan Nepenthaceae berdasarkan kriteria IUCN didapatkan jenis yang berisiko rendah (*least concern*) tersebar di seluruh wilayah di Pulau Sumatra, rentan (*vulnerable*) di Sumatra Utara dan Sumatra Barat, genting (*endangered*) di Sumatra Utara, dan kritis (*Critically Endangered*) di Sumatra Utara dan Sumatra Barat. Oleh karena itu, pusat (*hotspot*) Nepenthaceae di Sumatra yang telah diakses berdasarkan kriteria IUCN banyak ditemukan di wilayah Sumatra Utara.



Gambar 4.17 Peta interpolasi (IDW) jenis dari famili Nepenthaceae di Sumatra yang telah diakses berdasarkan kriteria IUCN

Kriteria jenis tumbuhan yang diprioritaskan untuk diketahui status konservasinya yaitu (1) memiliki persebaran yang relatif sempit, (2) populasinya menurun akibat gangguan dalam reproduksi atau metabolismenya, (3) terdapat ancaman yang menyebabkan populasinya menurun, dan (4) jenisnya terisolasi sehingga tidak terjadi transfer genetik. Proses analisis dalam penentuan status konservasi suatu spesies adalah pengumpulan data melalui penelitian lapangan (persebaran, populasi, dan ancaman), kemudian dilakukan proses analisis berdasarkan kriteria IUCN, selanjutnya di-*upload* pada sistem IUCN melalui *species information service* (SIS), dilakukan verifikasi oleh *reviewer*, selanjutnya status konservasi akan diterbitkan pada *website* <https://www.iucn.org>. Setelah ditentukan status konservasinya, jenis-jenis tersebut akan masuk dalam peraturan perlindungan satwa dan flora. Kendala yang dihadapi dalam analisis status konservasi suatu spesies adalah biaya dan waktu untuk

melakukan penelitian di lapangan, selain itu beberapa jenis tumbuhan hanya memiliki titik persebaran yang sedikit (Rahman, 2015).

D. Keanekaragaman Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra yang Terancam Kepunahan

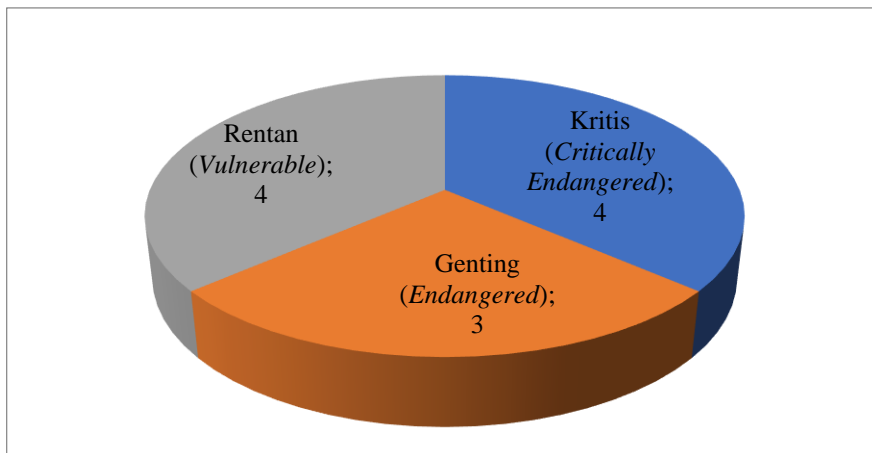
Terdapat tiga kriteria IUCN yang terancam punah yaitu Kritis (*Critically endangered*) (CR) memiliki tingkat kepunahan yang tinggi karena populasinya menurun sekitar 80-90% dalam waktu 10 tahun sebelumnya (tiga generasi), selain itu ukuran populasinya saat ini kurang dari 50 individu. *Endangered* (EN) yaitu tingkat kepunahan tinggi yang mengakibatkan 50-70% populasinya menurun selama tiga generasi atau 10 tahun sebelumnya, ukuran populasinya saat ini kurang dari 250 individu. *Vulnerable* (VU) memiliki tingkat kepunahan populasi berkisar antara 30–50% selama 3 generasi atau 10 tahun sebelumnya, ukuran populasinya saat ini kurang dari 1.000 individu (Dublin, 2023).

Jenis-jenis Nepenthaceae di Sumatra yang terancam kepunahan dapat dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu (1) kritis (*critically endangered/CR*), merupakan status konservasi untuk jenis yang memiliki resiko kepunahan di waktu yang dekat, (2) genting (*endangered/EN*), merupakan status konservasi untuk jenis yang menghadapi risiko kepunahan tinggi di alam liar di masa mendatang, dan (3) rentan (*vulnerable/VU*), merupakan status konservasi untuk jenis berisiko punah di alam liar di masa mendatang (IUCN, 2008). Dari hasil analisis data yang diperoleh dapat diketahui bahwa Nepenthaceae di Sumatra yang terancam kepunahan sebanyak 11 jenis, di mana 4 jenis di antaranya termasuk dalam kategori kritis yang meliputi *N. aristolochioides*, *N. lavicola*, *N. rigidifolia*, dan *N. sumatrana*, 3 jenis termasuk dalam kategori genting yaitu *N. adnata*, *N. dubia*, dan *N. talangensis*, serta 4 jenis termasuk dalam kategori rentan yaitu *N. mikei*, *N. naga*, *N. rhombicaulis*, dan *N. spectabilis* (Tabel 4.4, Gambar 4.18).

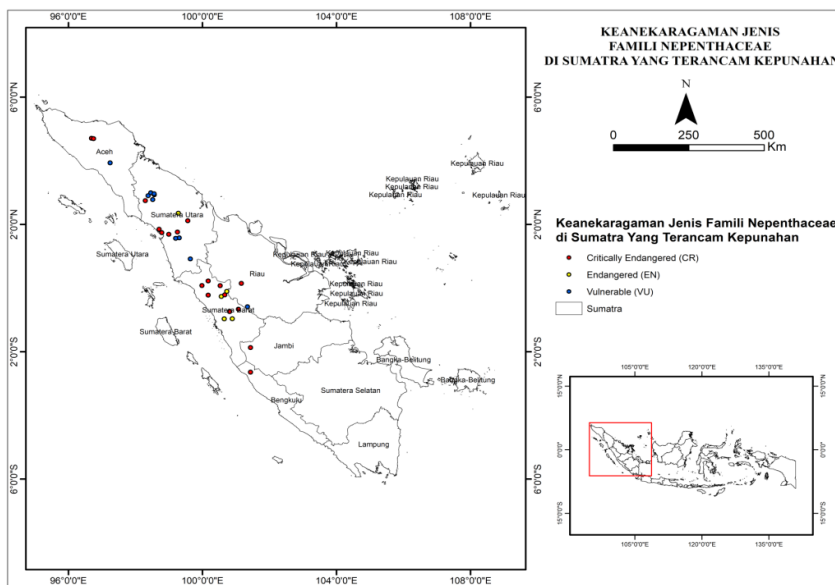
Dari Tabel 4.4 dan Gambar 4.18 kemudian dibuat peta dengan menggunakan *software* QGIS versi 3.28.2. Berdasarkan data dari IUCN, terdapat 11 jenis *Nepenthaceae* di Sumatra yang terancam kepunahan, yaitu *N. aristolochioides*, *N. lavicola*, *N. rigidifolia*, *N. sumatrana*, *N. adnata*, *N. dubia*, *N. talangensis*, *N. miki*, *N. naga*, *N. rhombicaulis*, dan *N. spectabilis*. Jenis terancam kepunahan tersebut banyak terdapat di Provinsi Sumatra Utara dan Sumatra Barat (Gambar 4.19).

Tabel 4.4 Keanekaragaman Jenis pada Famili *Nepenthaceae* di Sumatra yang Terancam Kepunahan

No	Jenis	Kriteria
1	<i>Nepenthes aristolochioides</i> Jebb & Cheek	kritis (<i>Critically endangered</i>)
2	<i>Nepenthes lavicola</i> Wistuba & Rishcer	kritis (<i>Critically endangered</i>)
3	<i>Nepenthes rigidifolia</i> Akhriadi, Hernawati & Tamin	kritis (<i>Critically endangered</i>)
4	<i>Nepenthes sumatrana</i> (Miq.) Beck ex Tamin & M.Hotta	kritis (<i>Critically endangered</i>)
5	<i>Nepenthes adnata</i> Tamin & M.Hotta ex Schlauer	genting (<i>endangered</i>)
6	<i>Nepenthes dubia</i> Danser	genting (<i>endangered</i>)
7	<i>Nepenthes talangensis</i> Nerz & Wistuba	genting (<i>endangered</i>)
8	<i>Nepenthes miki</i> B.R.Salmon & Maulder	rentan (<i>vulnerable</i>)
9	<i>Nepenthes naga</i> Akhriadi, Hernawati, Primaldhi & M.Hambali	rentan (<i>vulnerable</i>)
10	<i>Nepenthes rhombicaulis</i> Sh. Kurata	rentan (<i>vulnerable</i>)
11	<i>Nepenthes spectabilis</i> Dancer	rentan (<i>vulnerable</i>)



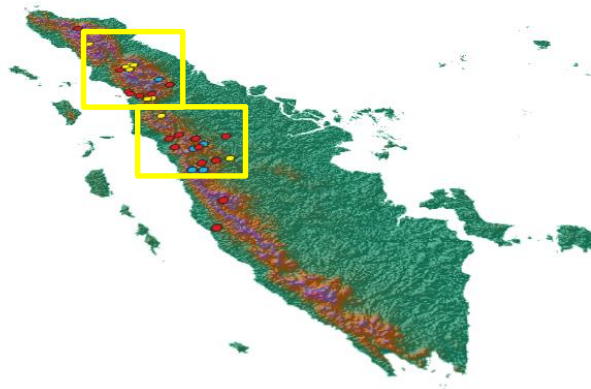
Gambar 4.18 Keanekaragaman Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra yang Terancam Kepunahan



Gambar 4.19 Peta keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra yang terancam kepunahan

Berdasarkan peta keanekaragaman jenis family Nepenthaceae di Sumatra dengan ketinggian (elevasi) dapat dilihat bahwa jenis Nepenthaceae yang termasuk kategori kritis (*critically endangered*) atau terancam punah sebanyak 4 jenis (merah), genting 3 jenis (biru), dan rentan 4 jenis (kuning) (Gambar 4.20). Selanjutnya dilakukan pemodelan

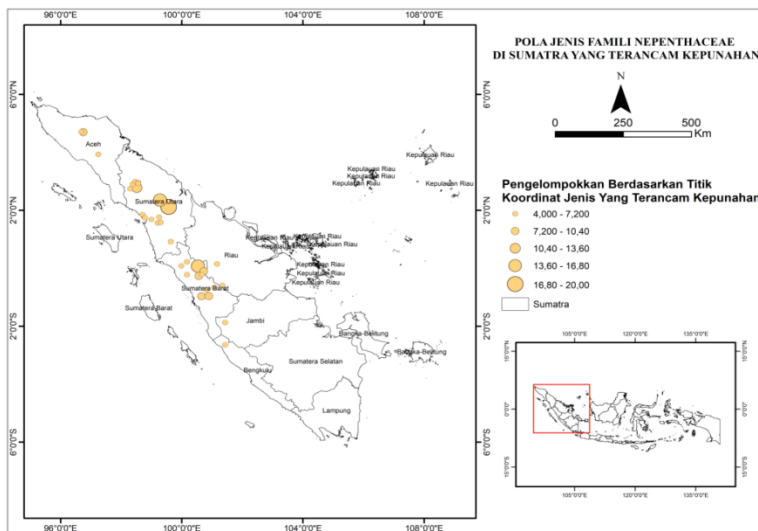
berdasarkan analisis pola distribusi (*Collect Events*) dengan menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8, di mana titik-titik koordinat terdekat dihubungkan satu sama lain, hasilnya menunjukkan bahwa titik terdekat terdapat di Sumatra Utara dan Sumatra Barat (Gambar 4.21). Selain itu dilakukan juga analisis pusat distribusi jenis dari famili Nepenthaceae di Sumatra (Gambar 4.22).



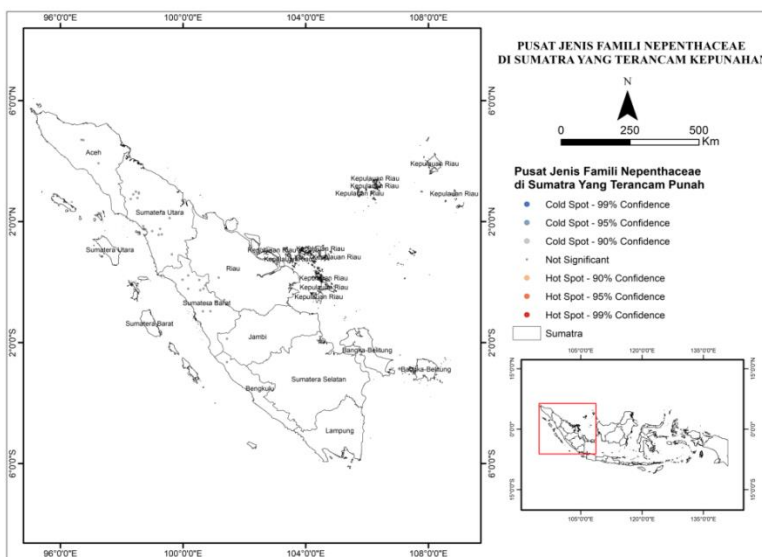
Gambar 4.20 Peta keanekaragaman jenis pada famili Nepenthaceae yang terancam kepunahan berdasarkan ketinggian lokasi (elevasi) di Sumatra

Dari peta pusat keanekaragaman jenis Nepenthaceae yang terancam kepunahan di Sumatra, selanjutnya dianalisis dengan *software* ArcGIS versi 10.8 dengan diinterpolasi menggunakan *Inverse Distance Weighting* (IDW). Dari analisis tersebut terlihat area berdasarkan rendah dan tingginya interpolasi distribusi status kelangkaan Nepenthaceae, di mana warna biru tua menunjukkan area yang lebih tinggi interpolasinya yang ditemukan di daerah Sumatra Utara dan Sumatra Barat. Tingkat keakuratan pusat (*hotspot*) Nepenthaceae yang terancam kepunahan tertinggi yaitu 90-99% yang menunjukkan jenis yang terancam punah tertinggi ditemukan di

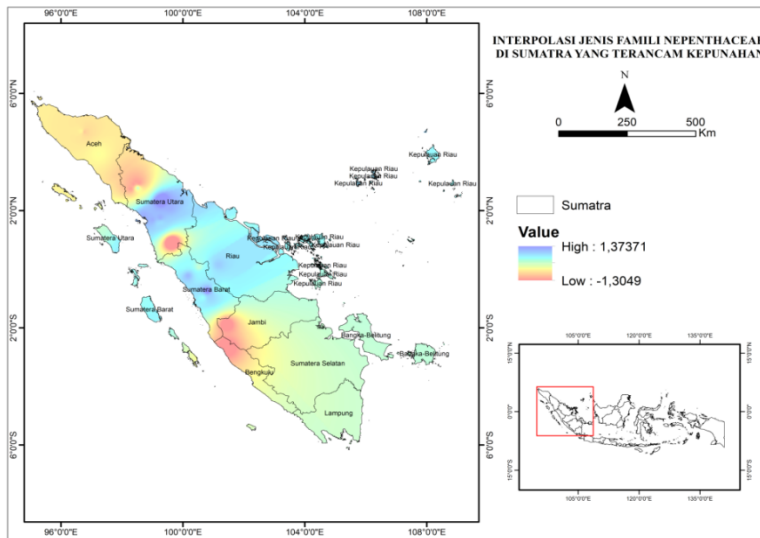
wilayah tersebut dan tingkat ancamannya pun semakin tinggi (Gambar 4.23).



Gambar 4.21 Peta pola distribusi jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra yang terancam kepunahan



Gambar 4.22 Peta Pusat (*Hotspot*) Jenis pada Famili Nepenthaceae di Sumatra yang Terancam Kepunahan



Gambar 4.23 Peta interpolasi (IDW) jenis pada famili Nepenthaceae di Sumatra yang terancam kepunahan

Dari penelitian ini terdapat 11 jenis Nepenthaceae yang terancam kepunahan, meliputi *N. aristolochioides*, *N. lavicola*, *N. rigidifolia*, *N. sumatrana*, *N. adnata*, *N. dubia*, *N. talangensis*, *N. miki*, *N. naga*, *N. rhombicaulis*, dan *N. spectabilis*. *N. aristolochioides* termasuk ke dalam kategori kritis. Jenis ini sangat langka meskipun habitatnya luas dan mendukung pertumbuhannya. Jenis ini banyak diburu oleh kolektor karena karakter morfologinya yang menarik. Laju pertumbuhan jenis tersebut melambat dalam beberapa tahun terakhir, ukuran populasinya terbatas, dan jangkauan geografisnya terbatas. Jenis ini ditemukan di Taman Nasional Kerinci Seblat di Provinsi Jambi dan Gunung Tujuh, biasanya di bawah puncak pegunungan yang curam sehingga sulit dijangkau (IUCN, 2013).

N. lavicola merupakan jenis dengan kategori kritis. Jenis ini bersifat endemik di Aceh dan Sumatra Utara sehingga populasinya sedikit di alam, tumbuh pada ketinggian 2000-2600 m dpl, terutama di daerah pegunungan. Kondisi jenis ini semakin terancam karena populasinya semakin menurun setiap tahunnya (Schnell *et al.*, 2000).

N. rigidifolia termasuk ke dalam kategori kritis (*critically endangered/CR*). Jenis ini paling mendekati kepunahan karena hanya terdapat 10 individu tanaman di areal seluas 0,01 km². Penurunan populasi ini terjadi akibat aktivitas pengumpulan tanaman oleh para kolektor meskipun populasinya sangat kecil. Jenis ini diprediksi akan punah dalam waktu 30 tahun ke depan. Jenis ini terdapat di Sumatra Utara dan habitat yang sesuai adalah di kawasan Danau Toba yang merupakan satu-satunya tempat ditemukan populasi dari jenis tersebut. Jenis ini terganggu akibat pembangunan jalan dan penebangan kayu di sekitar hutan (IUCN, 2014).

N. sumatrana termasuk ke dalam kategori kritis (*critically endangered/CR*). Jenis ini tumbuh di habitat lereng yang curam dan tebing hutan lebat pada ketinggian rendah (0-500 mdpl), terdapat di Sibolga Pantai Barat Laut Sumatra. Hutan yang banyak ditebangi secara intensif mengakibatkan populasinya menurun dan terancam. Jenis ini tidak mampu hidup pada habitat yang terganggu. Diduga di masa mendatang atau 30 tahun ke depan jenis ini akan mengalami penurunan sekitar 80%. Jenis ini terdapat di Provinsi Sumatra Utara. Ancaman yang dihadapi dari jenis ini yaitu adanya pembukaan habitat akibat penebangan lokal dalam skala besar untuk dialihfungsikan menjadi areal pertanian dan perkebunan (Clarke, 2014). Jenis ini sangat terancam punah sehingga jarang ditemukan di alam karena populasinya yang kecil, letak geografis yang sulit, serta faktor ancaman, mulai dari kolektor hingga adanya penebangan hutan.

N. adnata termasuk ke dalam kategori genting (*Endangered/EN*), memiliki letak geografis habitat yang terbatas dan sulit dijangkau, seperti di Pegunungan Tjampo, Sumatra Barat. Meskipun populasinya kecil, jenis ini jauh dari berbagai ancaman kepunahan secara langsung. Namun, karena populasinya kecil, kebakaran hutan, pembukaan lahan, dan pengumpulan

tumbuhan liar secara berlebihan dapat menjadi ancaman serius bagi jenis ini di masa mendatang (Hernawati *et al.*, 2014).

N. dubia termasuk ke dalam kategori genting. Jenis ini merupakan sinonim dari *N. tenuis*, populasinya sedikit yaitu sekitar 80 individu tanaman sehingga rentan terhadap pemburuan ilegal yang berlebihan. Jenis ini ditemukan di Sumatra Barat dengan medan yang terjal sehingga memerlukan waktu yang lama untuk eksplorasi (Hernawati *et al.*, 2014).

N. talangensis termasuk ke dalam kategori genting (*Endangered/EN*), populasinya hanya terdapat di Gunung Talang, populasinya tidak terlalu banyak, dan faktor ancaman terhadap kelestariannya adalah adanya aktivitas pengumpulan tanaman oleh kolektor (Clarke *et al.*, 2018). Jenis memiliki letak geografis habitat yang terbatas dan sulit dijangkau, populasinya kecil namun faktor ancamannya tidak terlalu mengancam seperti pada jenis-jenis dengan kategori kritis (*Critically Endangered/CR*).

N. miki termasuk jenis dengan kategori rentan (*vulnerable/VU*). jenis ini merupakan endemik Sumatra, terdapat di Provinsi Aceh dan Riau. Jenis ini ditemukan pada habitat hutan lumut, pegunungan, dan semak belukar pada ketinggian 100–2.400 m dpl (Clarke *et al.*, 2000).

N. naga termasuk jenis dengan kategori rentan, terdapat di Provinsi Sumatra Utara, hanya ditemukan di tiga lokasi, akan tetapi jangkauannya mencakup wilayah yang luas pada habitat yang sesuai dan belum banyak terganggu. Namun, tingkat ancamannya diduga akan meningkat di masa mendatang, seperti akibat adanya pembangunan, penebangan pohon secara liar, dan alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian (Clarke, 2014).

N. rhombicaulis termasuk ke dalam kategori rentan, terdapat di Gunung Panglubao di wilayah Sumatra bagian utara (Clarke *et al.*, 2000). Adapun *N. spectabilis* termasuk jenis dengan kategori *vulnerable* (*VU*), ditemukan di daerah Aceh hingga Danau Toba, termasuk jenis endemik,

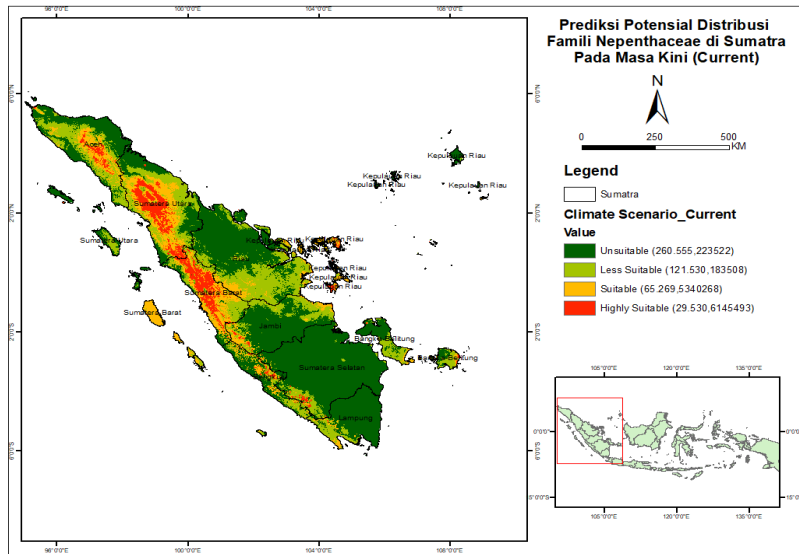
habitatnya di semak-semak, hidup di wilayah pada ketinggian 1.450-2.000 m dpl (Clarke *et al.*, 2000).

Dari paparan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa jenis-jenis Nepenthaceae dengan kategori rentan (*vulnerable/VU*) memiliki habitat yang lebih banyak di alam jika dibandingkan dengan jenis yang termasuk kategori genting (*endangered/EN*) atau kritis (*critically endangered/CR*). Namun, ancamannya diprediksi akan meningkat pada masa mendatang jika tidak dilakukan konservasi, baik secara *in situ* maupun *ex situ*. Permasalahan yang dihadapi saat asesmen adalah populasinya yang kecil, letak geografis yang sempit dan sulit dijangkau, biaya dan waktu untuk melakukan penelitian di lapangan, serta dan beberapa jenis Nepenthaceae hanya memiliki titik persebaran yang sedikit.

E. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Potensial Distribusi Nepenthaceae di Sumatra

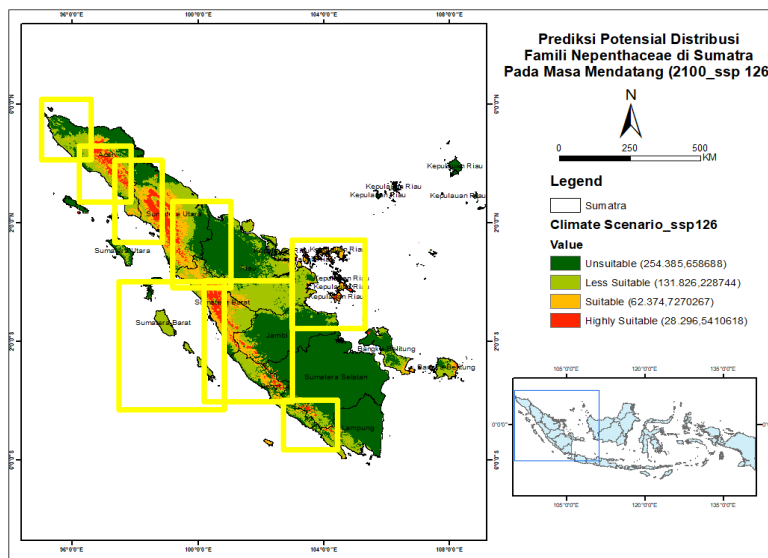
Pembuatan peta prediksi potensial distribusi famili Nepenthaceae di Sumatra dilakukan dengan menggunakan *software* R studio, MaxEnt, dan ArcGIS versi 10.8. Hasil yang diperoleh menunjukkan prediksi potensial distribusi famili Nepenthaceae di Sumatra pada masa kini (*current*) di kawasan dengan kesesuaian distribusi tertinggi (*highly suitable*) dapat ditemukan di Provinsi Sumatra Utara dan Sumatra Barat dengan luas area mencapai 29.530,61 km². Kawasan yang memiliki distribusi yang sesuai (*suitable*) ditemukan di Provinsi Sumatra Barat, Sumatra Utara, Aceh, Kepulauan Riau, dan Jambi dengan luas area 65.269,53 km². Kawasan yang memiliki distribusi yang kurang sesuai (*less suitable*) ditemukan di Provinsi Lampung, Sumatra Selatan, Bangka Belitung, serta sebagian wilayah Provinsi Jambi dan Riau dengan luas area 121.530,18 km². Kawasan yang memiliki distribusi tidak sesuai (*unsuitable*) ditemukan di Provinsi Sumatra

Selatan, Lampung, sebagian wilayah Provinsi Jambi, Bangka Belitung, dan Riau dengan luas area 260.555,22 km² (Gambar 4.24).



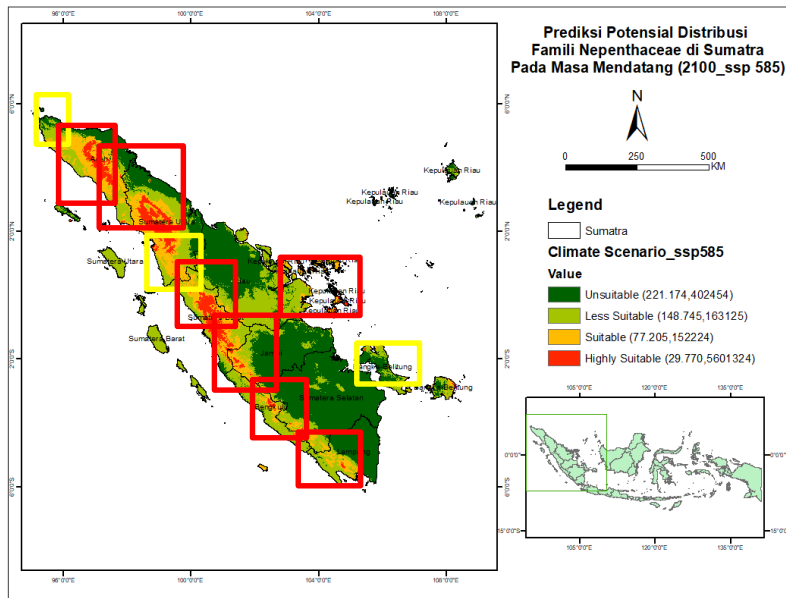
Gambar 4.24 Peta prediksi potensial distribusi famili Nepenthaceae di Sumatra pada masa kini (*Current*)

Berdasarkan peta prediksi potensial distribusi famili Nepenthaceae di Sumatra pada masa mendatang (2100) dengan menggunakan ssp126, kawasan yang diprediksi memiliki distribusi yang sesuai (*suitable*) dan kesesuaian yang tinggi (*highly suitable*) mengalami pengurangan (*loss*) area. Pengurangan luas area yang sesuai (*suitable*) berada di Provinsi Aceh, Sumatra Utara, dan Sumatra Barat mencapai 2.894,81 km² dan luas area tertinggi kesesuaiannya (*highly suitable*) mengalami pengurangan luas area di Provinsi Aceh, Sumatra Utara, Sumatra Barat, Bengkulu, dan Kepulauan Riau sekitar 1.234,07 km². Kawasan yang diprediksi mengalami pengurangan luas area ditemukan di sepanjang kawasan Bukit Barisan di seluruh wilayah di Pulau Sumatra (Gambar 4.25).



Gambar 4.25 Peta prediksi potensial distribusi famili Nepenthaceae di Sumatra pada masa mendatang tahun 2100 dengan skenario iklim ssp126

Berdasarkan peta prediksi potensial distribusi famili Nepenthaceae di Sumatra pada masa mendatang (2100) dengan menggunakan ssp585, kawasan yang diprediksi memiliki distribusi yang sesuai (*suitable*) dan kesesuaian yang tinggi (*highly suitable*) mengalami penambahan (*gain*) atau pergeseran (*shifting*) luas area. Kawasan yang sesuai (*suitable*) mengalami penambahan luas area di Provinsi Sumatra Utara, Sumatra Barat, Aceh, Jambi, Kepulauan Riau, dan Lampung mencapai 11.935,62 km². Adapun kawasan yang memiliki kesesuaian tinggi mengalami penambahan luas area sekitar 239,95 km² di Provinsi Sumatra Utara, Sumatra Barat, dan Aceh. Warna merah menunjukkan area yang mengalami pergeseran atau pertambahan di sepanjang Bukit Barisan dan Kepulauan Riau, sedangkan warna kuning menunjukkan area yang mengalami pengurangan luas area yang ditemukan di Provinsi Aceh, Sumatra Utara, dan Kepulauan Riau (Gambar 4.26).



Gambar 4.26 Peta prediksi potensial distribusi famili Nepenthaceae di Sumatra pada masa mendatang 2100 dengan skenario iklim ssp585

Pengaruh perubahan iklim saat ini dan di masa mendatang terhadap keanekaragaman hayati di antaranya terjadinya kisaran jenis (jenis cakupan) di mana kenaikan suhu udara akan mengakibatkan beberapa jenis tidak mampu bertahan sehingga rentan mengalami kepunahan, terjadi perubahan fenologi yaitu siklus reproduksi dan pertumbuhan organisme diprediksi akan bergeser, terjadinya perubahan interaksi antarjenis sehingga stabilitas dan fungsi ekosistem stabilitasnya terganggu, meningkatnya laju kepunahan jenis, dan terjadinya penyusutan keragaman sumber daya genetik, seperti kekeringan yang berkepanjangan atau curah hujan tinggi dapat menyebabkan kebakaran ataupun banjir sehingga populasi dan keragaman jenis berkurang akibat bencana alam (Pengurus Keanekaragaman Hayati, 2017).

Perubahan iklim akibat pemanasan global diduga dapat memicu eksistensi dan distribusi jenis Nepenthaceae di alam. Kelembapan udara dan fluktuasi suhu dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan jenis

tersebut (Alimin, 2022). Perubahan iklim yang disertai dengan antropogenik dapat menjadi ancaman bagi Nepenthaceae sehingga dapat berpengaruh di masa mendatang. Selain itu, terdapat ancaman lain terhadap famili tersebut, di antaranya pengumpulan spesimen yang berlebihan dan adanya polusi. Perubahan iklim merupakan salah satu bentuk ancaman bagi Nepenthaceae, bergantung pada distribusi ketinggian dan karakteristik habitat yang ditempati. Pada dataran rendah, prediksi peningkatan habitat yang sesuai pada tahun 2100 (Laura *et al.*, 2017). Kesesuaian habitat dilakukan melalui pendekatan pemodelan kesesuaian habitat, tujuannya untuk mengidentifikasi habitat yang sesuai untuk jenis tumbuhan yang akan direintroduksi, mencakup aspek biotik dan abiotik, dengan menggunakan variabel topografi, tutupan vegetasi, karakteristik tanah, dan iklim (Yudaputra, 2020).

Dari hasil pemodelan kesesuaian habitat Nepenthaceae di Sumatra pada masa kini terdapat di Sumatra Utara, Sumatra Barat, serta di sepanjang bukit barisan. Habitat yang tidak sesuai bagi Nepenthaceae ditemukan di Provinsi Lampung, Sumatra Selatan, Jambi, Riau, dan sebagian wilayah di provinsi lainnya. Provinsi Sumatra Utara dan Sumatra Barat sesuai untuk Nepenthaceae karena kondisi habitatnya yang sesuai untuk distribusi dari famili tersebut sehingga pusat keanekaragaman dan pusat endemisitasnya dapat ditemukan di wilayah tersebut.

Berdasarkan hasil pemodelan kesesuaian habitat Nepenthaceae di Sumatra pada masa mendatang (2100) pada ssp126 dan ssp585, *suitable habitat* ditemukan di Provinsi Sumatra Utara, Sumatra Barat, dan Aceh. Sementara itu, *unsuitable habitat* ditemukan di Provinsi Lampung, Sumatra Selatan, Jambi, Riau, dan provinsi lainnya yang tidak termasuk ke dalam *suitable habitat* bagi Nepenthaceae. Namun pada ssp126, *suitable habitat* mengalami penurunan luas area jika dibandingkan dengan masa kini, yaitu

sekitar 2.894,8 km², sebaliknya pada ssp585, *suitable habitat* mengalami penambahan luas area yaitu sekitar 11.935,62 km². Pengurangan luas area distribusi Nepenthaceae terjadi karena faktor suhu udara, kelembapan udara, angin, curah hujan, dan tanah karena perubahan iklim sehingga habitat yang cocok akan berubah karena perubahan iklim global sebagai bentuk adaptasinya (Lan et al., 2022). Pertumbuhan Nepenthaceae dipengaruhi oleh berbagai faktor ekologi, di antaranya (1) faktor iklim, seperti topografi, suhu udara, kelembapan udara, geologi, intensitas cahaya, kelembapan tanah, curah hujan, dan pH tanah. Nepenthaceae hidup pada habitat dengan kondisi pH tanah <4 (Mansur, 2006), serta (2) faktor biotik, seperti simbiosis, interaksi antarorganisme, dekomposer, parasitisme, dan faktor lain seperti hewan, tumbuhan, maupun manusia (Ewusie, 1990; Rost et al., 1989; Krebs, 1985).

Suhu udara rata-rata global saat ini yaitu sekitar 27°C, sedangkan suhu permukaan bumi sekitar satu abad lalu sekitar 13,7°C. Daerah tropis diduga akan mengalami perubahan sirkulasi air yang dinamis saat suhu udara tinggi. Beberapa hutan hujan tropis akan mengalami penguapan udara yang cepat sebelum mencapai permukaan tanah. Namun, diprediksi permukaan bumi akan mengalami penurunan suhu udara secara drastis. Kondisi tersebut tersebut akan sangat mempengaruhi kondisi ekosistem di alam secara signifikan, sehingga flora dan fauna yang ada di bumi harus melakukan adaptasi dengan cepat. Adaptasi tersebut dapat dilakukan di antaranya dengan berganti habitat atau melalui mekanisme perubahan struktur genetik. Namun pada kenyataannya, baik hewan maupun tumbuhan, tidak cukup cepat melakukan adaptasi sehingga dapat mengakibatkan jumlah jenisnya menurun atau bahkan punah (Arnoviananda, 2019).

F. Nepenthaceae yang Telah Dikonservasi di Kebun Raya Indonesia

Peran Kebun Raya dalam kegiatan konservasi tumbuhan di antaranya (1) menjadi wadah untuk upaya konservasi keanekaragaman hayati secara *ex situ* serta (2) mendokumentasikan berbagai jenis tumbuhan yang dikoleksi. Jenis-jenis tumbuhan yang dikoleksi di Kebun Raya memiliki karakteristik tertentu dan koleksi yang ditanam memiliki aturan khusus dalam tatanannya sehingga menjadi rapi dan terjamin kelestariannya (Danang *et al.*, 2015). Dampak dari perubahan iklim global juga dapat dikurangi dengan adanya Kebun Raya (Heywood, 2010).

Terdapat 97 jenis tumbuhan yang dikoleksi di Kebun Raya Indonesia dari jumlah total jenis tumbuhan asli Indonesia yang terancam kepunahan (Purnomo *et al.*, 2013). Kebun Raya memiliki lima fungsi utama, yaitu (1) konservasi tumbuhan secara *ex situ* dengan melestarikan tumbuhan agar tidak punah, (2) pendidikan lingkungan, yang memberikan pengetahuan kepada pengunjung yang berkaitan dengan botani maupun konservasinya, (3) penelitian, yang memfasilitasi kegiatan dalam bidang tumbuhan, (4) jasa lingkungan, memberikan dampak ekologis seperti tata air dan penyerapan karbon, dan (5) wisata, menyediakan sarana wisata yang bernilai ilmiah dan nyaman. Bahkan Kebun Raya juga membantu perekonomian masyarakat sekitar (Siregar *et al.*, 2011).

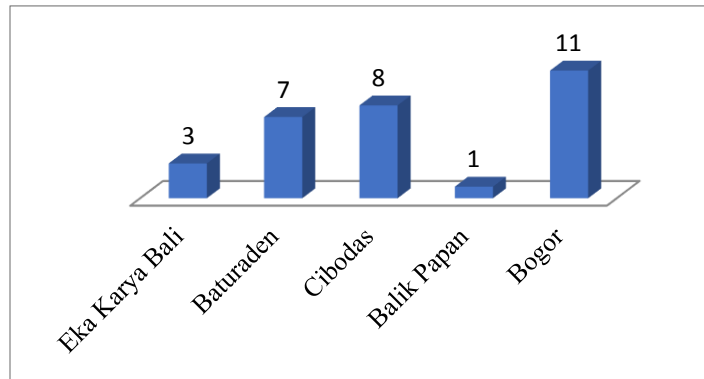
Hingga tahun 2019, Indonesia memiliki 43 Kebun Raya, di mana 36 Kebun Raya dikelola oleh pemerintah, 5 kebun raya dikelola oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang sekarang menjadi Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), serta 2 Kebun Raya dikelola oleh perguruan tinggi. Kebun Raya di setiap wilayah memiliki potensi alam dan karakter yang berbeda-beda, koleksi tanamannya yang berbeda, serta memiliki keunikan tersendiri dalam hal konservasi tumbuhan (Purnomo *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelusuran melalui *website* <http://makoyana.brin.go.id>, Nepenthaceae asal Sumatra yang telah dikonservasi di Kebun Raya Indonesia berjumlah 17 jenis Nepenthaceae dan 4 jenis di antaranya termasuk kategori terancam kepunahan. Diduga masih banyak jenis Nepenthaceae yang bersifat endemik dan terancam kepunahan yang terdapat di Sumatra dan belum dikonservasi secara *ex situ* di Kebun Raya Indonesia. Dari 9 jenis *Nepenthes* endemik di Sumatra, baru empat jenis yang telah dikonservasi di Kebun Raya Indonesia yaitu *N. sumatrana* dan *Nepenthes rigidifolia* (*Critically endangered*) dan *N. adnata* dan *Nepenthes talangensis* (*Endangered*) (Tabel 4.5, Gambar 4.28). Tantangan yang dihadapi dalam upaya penyelamatan jenis tumbuhan endemik dan terancam kepunahan di Kebun Raya Indonesia di antaranya diperlukan adanya regulasi akomodatif dan terkini, terdapat perdagangan dan perburuan liar, *geographic range* yang rendah dibandingkan dengan laju eksploitasi, aparat penegak hukum yang lemah, deforestasi atau hilangnya plasma nutfah, menyempitnya ruang gerak fauna, letak geografis yang sulit dijangkau, dan adanya kebakaran hutan (Adhiasto, 2020). Adapun berdasarkan daftar spesies Nepenthaceae yang telah dikonservasi di Kebun Raya Indonesia pada tahun 2023 yang diperoleh dari hasil penelusuran melalui *website* <http://makoyana.brin.go.id>, terdapat lima kebun raya yang telah mengkonservasi Nepenthaceae, yaitu Kebun Raya Eka Karya Bali (3 jenis), Kebun Raya Baturraden (7 jenis), Kebun Raya Cibodas (8 jenis), Kebun Raya Balik Papan (1 jenis), dan Kebun Raya Bogor (11 jenis) (Gambar 4.28).

Tabel 4.5 Nepenthaceae asal Sumatra yang telah dikonservasi di Kebun Raya Indonesia

No.	Kebun Raya	Jenis
1	Eka Karya Bali	<i>Nepenthes ampullaria</i> Jack, <i>Nepenthes eustachya</i> Miq., <i>Nepenthes gracilis</i> Korth., <i>Nepenthes ampullaria</i> Jack
2	Baturaden	<i>Nepenthes gymnamphora</i> Reinw. mantan Nees, <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce, <i>Nepenthes rafflesiana</i> Jack ex Hook., <i>Nepenthes spathulata</i> Danser, <i>Nepenthes tobaica</i> Danser, <i>Nepenthes ampullaria</i> Jack, <i>Nepenthes eustachya</i> Miq.
3	Cibodas	<i>Nepenthes gymnamphora</i> Reinw. ex Nees, <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce, <i>Nepenthes spathulata</i> Danser, <i>Nepenthes tobaica</i> Danser, <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce, <i>Nepenthes talangensis</i> Nerz & Wistuba, <i>Nepenthes inermis</i> Danser, <i>Nepenthes rigidifolia</i> Akhriadi, Hernawati & Tamin
4	Balik Papan	<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce
5	Bogor	<i>Nepenthes ampullaria</i> Jack., <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.), <i>Nepenthes reinwardtiana</i> Miq., <i>Nepenthes gracilis</i> Korth., <i>Nepenthes xhookeriana</i> H.Low <i>Nepenthes rafflesiana</i> Jack., <i>Nepenthes albomarginata</i> W.Lobb ex Lindl, <i>Nepenthes sumatrana</i> (Miq.) <i>Nepenthes eustachya</i> Miq., <i>Nepenthes adnata</i> Tamin & M.Hotta ex Schlauer, <i>Nepenthes longifolia</i> Nerz & Wistuba

Keterangan: Sumber <http://Makoyana.brin.go.id/>



Gambar 4.27 Nepenthaceae yang telah Dikonservasi di Kebun Raya Indonesia