



Conservation Action Plan for *Begonia herveyana*

Pelan Tindakan Pemuliharaan *Begonia herveyana*



Chan Yoke Mui &
Chua Lillian SL



Conservation Action Plan for *Begonia herveyana*

Pelan Tindakan Pemuliharaan
Begonia herveyana



Chan Yoke Mui & Chua Lillian SL



KEMENTERIAN TENAGA
DAN SUMBER ASLI

2020

© Forest Research Institute Malaysia, 2020
© Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia, 2020

Publisher / Penerbit:

Forest Research Institute Malaysia / Institut Penyelidikan
Perhutanan Malaysia,
52109 Kepong, Selangor, Malaysia.

Tel: 603-6279 7000

Fax: 603-6273 1314

<http://www.frim.gov.my>

Editor (Malay language) / Editor (Bahasa Melayu):

Nik Zanariah Nik Mahmood

Design and typesetting / Reka bentuk dan atur huruf:

Abdul Razak Mohd Nor Rasid

Printed by Forest Research Institute Malaysia, Kepong.

Dicetak oleh Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia, Kepong.

Contents / Kandungan

	Foreword / Kata pengantar	V
	Executive Summary / Ringkasan eksekutif	VII
1	Introduction / Pengenalan	1
	1.1 Life history and distribution / Sejarah hidup dan taburan	1
	1.2 Conservation status / Status pemuliharaan	5
2	Population biology / Biologi populasi	7
	2.1 Habitat ecology / Ekologi habitat	7
	2.2 Demography / Demografi	7
	2.3 Reproductive behaviour / Tabiat pembiakan	11
	2.4 Genetic diversity and mating system / Kepelbagaian genetik dan sistem pembiakan	11
3	Threats / Ancaman	14
	3.1 Habitat degradation / Degradasi habitat	14
	3.1 Forest fragmentation / Fragmentasi hutan	17
4	The importance of conserving <i>Begonia herveyana</i> / Kepentingan pemuliharaan <i>Begonia herveyana</i>	18
5	Conservation Action Plan / Pelan Tindakan Pemuliharaan	20
	5.1 Objectives / Objektif	23
	5.2 Outcomes / Keberhasilan	24
6	Acknowledgements / Penghargaan	27
7	References / Rujukan	28



Foreword

The Conservation Action Plan for the Critically Endangered and endemic *Begonia herveyana* is timely in view of the population's rapidly declining size. As we now understand the biological and genetic bottlenecks that may cause this species to go extinct, the effort to develop a Conservation Action Plan becomes imminent as clearly a holistic set of conservation measures is required to address the threats and pressures faced by the populations.

I thank the research team for having initiated the population biology study in 2007 and for taking lead in this effort. I sincerely hope that all stakeholders especially the Malacca State Forestry Department, Tenaga Nasional Berhad and local communities will continue to collaborate and support the work programme outlined in the Action Plan to mitigate the looming risk of species extinction.

Kata Pengantar

Penyediaan Pelan Tindakan Pemuliharaan untuk *Begonia herveyana* yang endemik dan terancam kritikal adalah tepat pada masanya memandangkan saiz populasinya yang semakin merosot. Seperti yang kita sedia maklum, permasalahan genetik dan biologi boleh menyebabkan kepupusan spesies ini. Oleh itu, usaha untuk membangunkan Pelan Tindakan Pemuliharaan ini menjadi langkah holistik yang diperlukan untuk menangani ancaman dan tekanan yang dihadapi oleh populasi spesies ini.

Saya ucapkan terima kasih kepada para penyelidik yang telah mengambil inisiatif untuk memulakan kajian biologi populasi tersebut pada tahun 2007. Saya berharap semua pihak berkepentingan terutamanya Jabatan Perhutanan Negeri Melaka, Tenaga Nasional Berhad dan masyarakat setempat akan terus bekerjasama serta menyokong program kerja yang digariskan dalam Pelan Tindakan ini untuk mengurangkan risiko kepupusan spesies tersebut.

Datuk Dr Abd. Latif Mohmod
Director General FRIM / Ketua Pengarah FRIM



Executive Summary

This Conservation Action Plan (CAP) was specifically developed to prevent the *in situ* extinction of the endemic and Critically Endangered *Begonia herveyana* based on the results from population biology study and threat assessment. The populations of this rare herbaceous plant are threatened by habitat erosion and degradation, effects of population fragmentation and land use development. The species requires moist conditions and the slightly cooler and shaded environment in the forest to grow well. Large gaps in the forest canopy can cause plant mortality by increased sun exposure, loss of moisture and competition from light demanding plants or weeds. Water stress adversely impacts the plant's reproduction by causing a drastic drop in flowering and fruiting intensity. Mature plants formed almost half of the population and regeneration was poor. The overall genetic diversity was low in the population. The objectives of the CAP include ensuring the viability and survival of existing populations and, in addition, to safeguard the species through *ex situ* conservation. For each objective, appropriate management measures are suggested.

Ringkasan Eksekutif

Pelan Tindakan Pemuliharaan (CAP) ini khususnya dibangunkan untuk mengelakkan kepupusan *in situ* *Begonia herveyana* yang endemik dan terancam kritikal berdasarkan hasil kajian biologi populasi dan penilaian ancaman. Populasi tumbuhan herba langka ini diancam kemerosotan habitat, kesan fragmentasi populasi dan perubahan guna tanah untuk pembangunan. Spesies ini memerlukan keadaan hutan yang lembap, dingin dan teduh untuk tumbuh dengan sihat. Pembukaan silara hutan yang besar boleh menyebabkan kematian spesies tersebut akibat peningkatan cahaya matahari, kehilangan kelembapan dan persaingan hebat dengan tumbuhan perintis atau rumpai. Musim kering mengurangkan kekerapan berbunga dan berbuah secara drastik dan seterusnya menjejaskan pembiakan spesies tersebut. Hampir separuh daripada populasi di Melaka ialah pokok dewasa dan populasi tersebut menghadapi masalah regenerasi. Kepelbagaian genetik adalah rendah dalam populasi. Objektif pelan tindakan ini termasuklah untuk memastikan kebolehhidupan dan kemandirian populasi yang tinggal serta memulihara spesies tersebut secara *ex situ*. Langkah pengurusan yang sesuai bagi setiap objektif tersebut dicadangkan.



6213

6213

6213

1) Introduction

1.1 Life history and distribution

Begonia herveyana is a herbaceous plant from the family Begoniaceae. It is a rhizomatous plant that grows on rocks (it is a lithophyte) in streams in lowland dipterocarp forests (Figure 1.1). The species is identified by the following characters (Kiew 2005):

- Leaf symmetrical (equal-sided), broadly elliptic to ovate (broadest in the middle of the leaf), 14–25 cm long, hairless. Young leaf usually bright red, turning green when older and reddish below with prominent red veins. Leaf margin slightly undulate;
- Male flower pale or white pink, 11–23 mm long, tip rounded, hairless;
- Female flower pink or reddish, tip rounded, hairless, ovary with 3 unequal wings; and
- Young fleshy fruit green or reddish green and when mature turning dry and brown, leaving the fibrous parts intact (Figure 1.1G).

Begonia herveyana is found only in the lowland tropical rain forest in the states of Melaka and Johor in Peninsular Malaysia (Figure 1.2). In Melaka, there are about 200 adult plants in the Bukit Senggeh FR (Forest Reserve), Compartment 3 and about 30 plants in the Batang Melaka FR Compartment 5. Both FRs were once contiguous with the Bukit Sedanan FR on the west side but are now fragmented. Both the Bukit Senggeh and Batang Melaka FRs were gazetted as water catchment forests in 2018 under the National Forestry Act 1984 (Act 313), subsection 10 (1). The population in Pulau Tinggi, Johor is relatively safe at the moment because of its remoteness and less land use pressures on the island. Only one small population of approximately five plants (two adults and three juveniles) were found some 10 years ago at a small stream in the forest behind Kampung Pasir Panjang.

1) Pengenalan

1.1 Sejarah hidup dan taburan

Begonia herveyana ialah tumbuhan herba daripada keluarga Begoniaceae. Ia merupakan tumbuhan berizom yang tumbuh di atas batu-batan sungai (dikenali sebagai litofit) di hutan dipterokarpa tanah pamah (Rajah 1.1). Spesies ini boleh dikenal pasti melalui ciri-ciri yang berikut (Kiew 2005):

- Daun simetri (sama sisi), eliptik lebar ke ovat (paling lebar di tengah-tengah daun), panjang 14–25 cm, tanpa bulu. Daun muda biasanya berwarna merah terang, bertukar hijau apabila lebih tua dan merah di bawah dengan urat merah yang ketara. Margin daun sedikit beralun;
- Bunga jantan merah jambu pucat atau putih, panjang 11–23 mm, hujung bulat, tanpa bulu;
- Bunga betina merah jambu atau kemerah-merahan, hujung bulat, tanpa bulu, ovari bersayap tiga tidak sama panjang; dan
- Buah muda hijau atau hijau kemerah-merahan dan apabila matang, berubah menjadi kering dan coklat, meninggalkan bahagian berserabut (Rajah 1.1G).

Begonia herveyana hanya terdapat di hutan hujan tropika tanah pamah di Melaka dan Johor di Semenanjung Malaysia (Rajah 1.2). Di Melaka terdapat kira-kira 200 batang pokok dewasa di Hutan Simpan (HS) Bukit Senggeh, Kompartmen 3 dan kira-kira 30 batang pokok di HS Batang Melaka, Kompartmen 5. Kedua-dua HS ini pernah bersambung dengan HS Bukit Sedanan di sebelah barat tetapi kini telah difragmentasi. HS Bukit Senggeh dan HS Batang Melaka telah diwartakan sebagai hutan tadahan air pada tahun 2018 di bawah Akta Perhutanan Negara 1984 (Akta 313) subseksyen 10 (1). Populasi di Pulau Tinggi, Johor agak selamat sekarang kerana ia terencil dan kurangnya tekanan perubahan gunatanah di pulau tersebut. Hanya satu populasi kecil kira-kira lima batang pokok (dua dewasa dan tiga pokok muda) ditemui 10 tahun yang lalu di sebatang sungai kecil di kawasan hutan di sekitar Kampung Pasir Panjang.

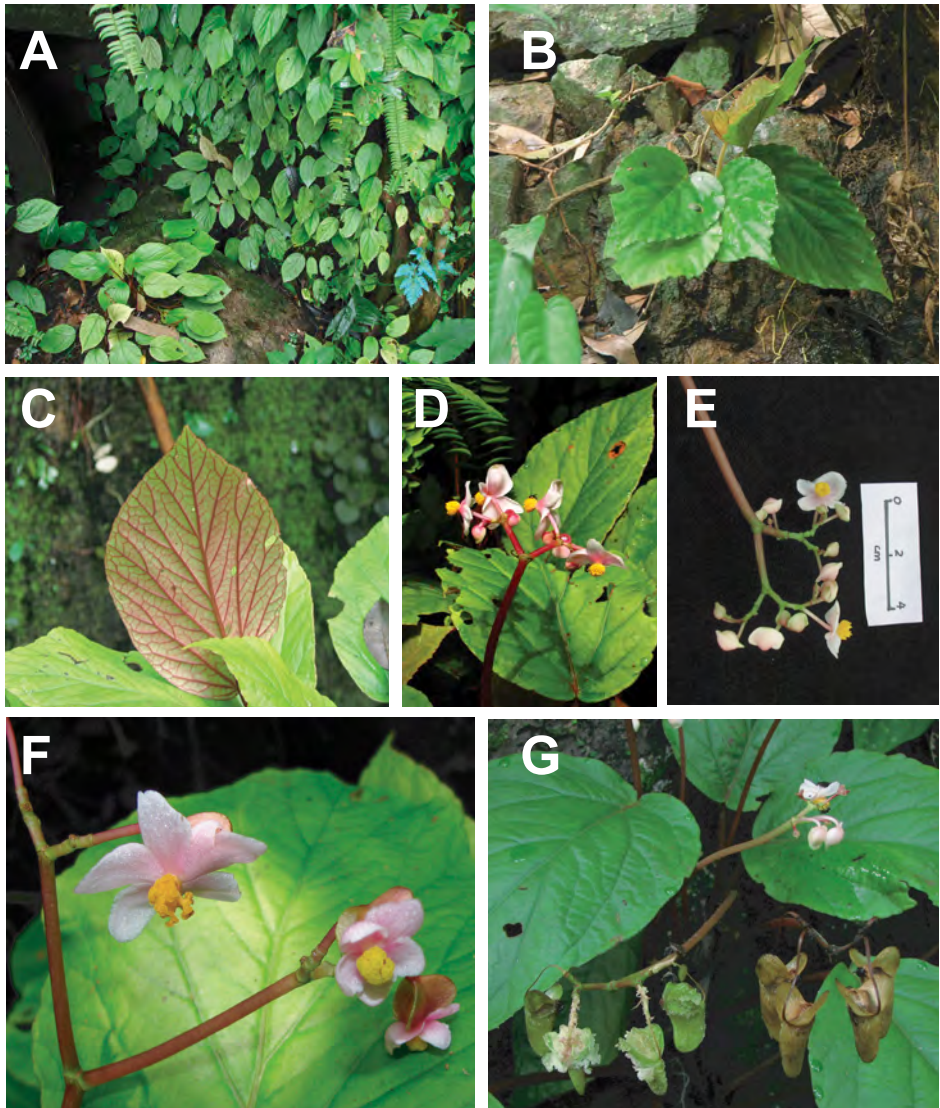


Figure 1.1 *Begonia herveyana*. (A) In Bukit Senggeh FR, (B) In Pulau Tinggi, (C) Leaf, (D&E) Male flowers, (F) Female flowers and (G) Fruits. As the fruits mature, the fleshy parts eventually disintegrate into fine powdery debris.

Rajah 1.1 *Begonia herveyana*. (A) Di HS Bukit Senggeh, (B) Di Pulau Tinggi, (C) Daun, (D & E) Bunga jantan, (F) Bunga betina dan (G) Buah. Bahagian kulit berisi akan hancur menjadi serbuk halus apabila buah matang.

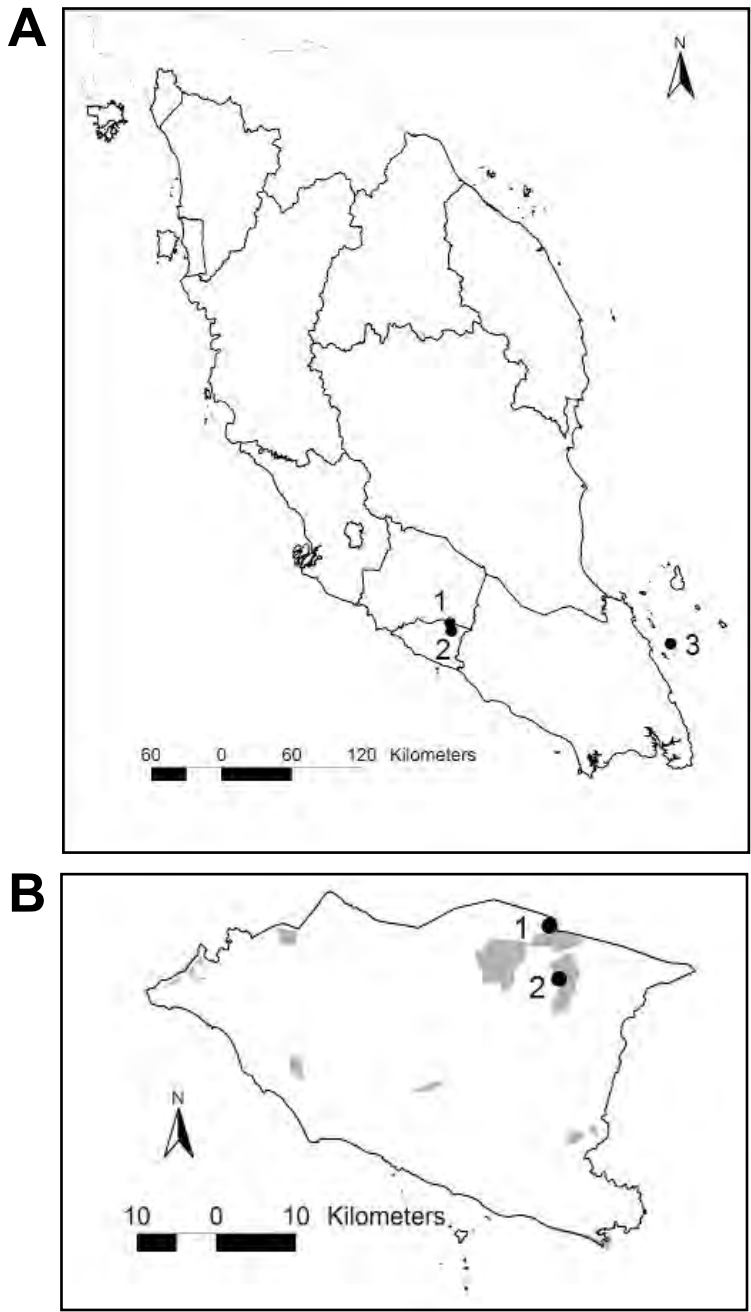


Figure 1.2 A: Distribution of *Begonia herveyana* in Peninsular Malaysia: (1) Batang Melaka; (2) Bukit Senggeh; and (3) Pulau Tinggi. **B:** Fragmented population in Melaka. Existing forest in grey.

Rajah 1.2 A: Taburan *Begonia herveyana* di Semenanjung Malaysia: (1) Batang Melaka; (2) Bukit Senggeh; dan (3) Pulau Tinggi. **B:** Fragmentasi populasi di Melaka. Hutan sedia ada berwarna kelabu.

1.2 Conservation status

Begonia herveyana is endemic to Peninsular Malaysia. It is Critically Endangered because its forest habitat has been greatly reduced by conversion to oil palm and rubber plantations to almost 50% of its former area (Shaharuddin *et al.* 2011). The current population is small, estimated at less than 250 adults, fragmented and threatened by habitat degradation.

The Begoniaceae family has more than 1600 species worldwide and Southeast Asia is one of the biodiversity hotspots for begonias with about 37% of the total species (Hughes & Pullan 2007). Malaysia has more than 200 species and many of them are hyper-endemics that are found in very small local areas with small population size (Kiew 2005, Kiew *et al.* 2015). Peninsular Malaysia has 54 species of which 88% are endemic, 57% are threatened and one species (*Begonia eiromischa*) is extinct (Chua *et al.* 2009) (Table 1.1). To date, Begoniaceae is the most threatened family in Peninsular Malaysia (Chua LSL pers. comm.). These assessments followed the Malaysia Plant Red List guidelines (Chua & Saw 2006) in accordance with the IUCN Red List Categories and Criteria (IUCN 2001).

1.2 Status pemuliharaan

Begonia herveyana adalah endemik kepada Semenanjung Malaysia. Ia adalah Terancam Kritikal (CR) kerana hampir 50% habitat asal hutannya telah dijadikan ladang kelapa sawit dan getah (Shaharuddin *et al.* 2011). Populasi yang tinggal adalah kecil, dalam anggaran kurang daripada 250 pokok dewasa, telah berpecah-pecah dan diancam kemerosotan habitat.

Keluarga Begoniaceae ini mempunyai lebih daripada 1600 spesies di dunia dan Asia Tenggara merupakan antara kawasan yang kaya biodiversiti begonia dengan lebih kurang 37% daripada jumlah spesies (Hughes & Pullan 2007). Malaysia mempunyai lebih daripada 200 spesies dan kebanyakannya adalah hiper-endemik yang dijumpai di lokaliti kecil dengan saiz populasi yang kecil (Kiew 2005, Kiew *et al.* 2015). Semenanjung Malaysia mempunyai 54 spesies yang mana 88% adalah endemik, 57% adalah terancam dan satu spesies (*Begonia eiromischa*) telahpun pupus (Chua *et al.* 2009) (Jadual 1.1). Setakat ini, Begoniaceae ialah keluarga yang paling terancam di Semenanjung Malaysia (Chua LSL kom. perorangan). Penilaian tersebut adalah mengikut garis panduan Senarai Merah Tumbuhan Malaysia (Chua & Saw 2006) berdasarkan kategori dan kriteria Senarai Merah IUCN (IUCN 2001).

Table 1.1 Conservation status for Begoniaceae in Peninsular Malaysia (Chua *et al.* 2009).

Jadual 1.1 Status pemuliharaan Begoniaceae di Semenanjung Malaysia (Chua *et al.* 2009).

IUCN categories / Kategori IUCN	No. of species / Bil. spesies
Extinct, EX	1
Critically Endangered, CR	24
Endangered, EN	3
Vulnerable, VU	4
Near Threatened, NT	12
Least Concern, LC	9
Data Deficient, DD	1
Total no. of species / Jumlah bil. spesies	54
Total threatened / Jumlah terancam	31
Percentage threatened / Peratus terancam	57

2) Population biology

The results of the studies on ecology, reproductive phenology, demography and genetics of the population of *B. herveyana* at the Bukit Senggeh FR provide useful information on the population biology and on how threats can potentially impact the vulnerability and viability of the populations. Pertinent findings are summarised here to assist in the determination of conservation measures.

2.1 Habitat ecology

Begonia herveyana often grows on granite boulders 1–3 m in width in stream valleys (Figure 2.1). They become established on rock faces facing downstream and often grow in clumps. Seeds and seedlings establish on barren rocks without leaf litter. The species can reproduce by leaves or seeds.

In most microsites at Bukit Senggeh, there was a single layer of low tree canopy. The average canopy gap index from year 2009–2016 was 4.3 or 17.1% of light availability. The mean temperature, relative humidity and light intensity ranged from 25.2–26.6°C, 84.3–95.1% and 2516–2793 lux respectively.

Competition for seedling establishment and growing space can be considered high because large areas of the rocks were covered by other plant species and leaf litter. Plants that compete with *B. herveyana*, especially in open gaps, include creeping aroids (*Scindapsus*), ferns, gingers and small shrubs.

The results indicate that *B. herveyana* thrives in moist conditions, in the shaded and slightly cooler environment in the forest. Large canopy gaps can result in the mortality of begonias because they increase sun exposure, loss of moisture and competition from sun-loving plants.

2.2 Demography

The population size ranged between 110–450 individuals per year during the study period (Figure 2.2A). Adults formed almost half of the demographic composition, followed by juveniles and seedlings (Figure 2.2B). Overall, there was a 63% decline in total numbers of individuals from 2008 to 2017 mainly because of high mortality of seedlings in 2015 due to drought.

2) Biologi populasi

Hasil-hasil kajian ekologi, fenologi pembiakan, demografi dan genetik populasi *B. herveyana* di HS Bukit Senggeh ini memberikan maklumat yang berguna mengenai biologi populasi dan kesan ancaman terhadap kerentanan dan kebolehhidupan populasi spesies tersebut. Penemuan-penemuan penting diringkaskan di sini untuk membantu mengenal pasti langkah-langkah pemuliharaan.

2.1 Ekologi habitat

Begonia herveyana biasanya tumbuh di atas batu-batu granit yang lebarnya 1–3 m di lembah sungai (Rajah 2.1) Pokok tumbuh pada permukaan batu yang menghadap ke hilir dan biasanya membesar dalam rumpunan. Biji dan anak benihnya tumbuh di atas batu tandus yang bebas sarap daun. Spesies ini boleh membiak melalui daun atau biji benih.

Terdapat satu lapisan kanopi pokok yang rendah di kebanyakan mikrosit di Bukit Senggeh. Purata indeks pembukaan kanopi dari tahun 2009–2016 ialah 4.3 atau 17.1% daripada intensiti cahaya. Purata suhu, kelembapan relatif dan intensiti cahaya, masing-masing ialah 25.2–26.6 °C, 84.3–95.1% dan 2516–2793 lux.

Persaingan untuk ruang tumbesaran anak benih boleh dianggap tinggi kerana kawasan batu yang dilitupi oleh spesies tumbuhan lain atau sarap daun adalah besar. Tumbuh-tumbuhan yang bersaing dengan *B. herveyana*, terutamanya di kawasan silara terbuka termasuklah aroid memanjat (*Scindapsus*), pakis, pokok halia dan semak kecil.

Hasil kajian menunjukkan bahawa *B. herveyana* tumbuh subur dalam keadaan lembap, persekitaran yang teduh dan agak sejuk dalam hutan. Pembukaan silara kanopi yang besar boleh menyebabkan kematian begonia kerana peningkatan pendedahan matahari, kehilangan kelembapan dan persaingan daripada tumbuh-tumbuhan yang menyukai cahaya matahari.

2.2 Demografi

Saiz populasi adalah antara 110–450 batang pokok setahun dalam tempoh kajian (Rajah 2.2A). Pokok dewasa membentuk hampir separuh daripada komposisi demografik, diikuti oleh pokok muda dan anak pokok (Rajah 2.2B). Keseluruhannya, terdapat penurunan bilangan pokok sebanyak 63% dari 2008 hingga 2017 disebabkan oleh kadar kematian anak benih yang tinggi pada tahun 2015 kerana kemarau.



Figure 2.1 Habitat with giant boulders overgrown by other plants.

Rajah 2.1 Habitat dengan batu gergasi dilitupi oleh tumbuh-tumbuhan lain.

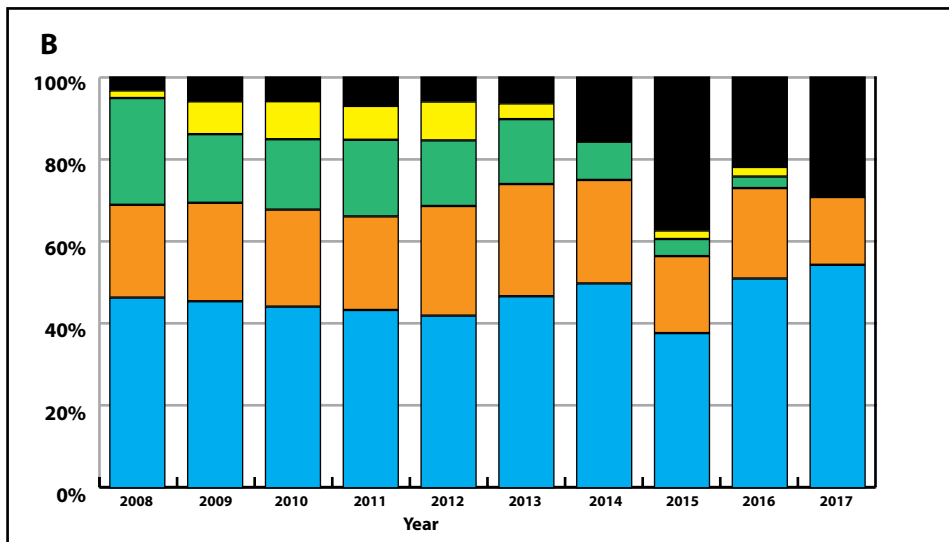
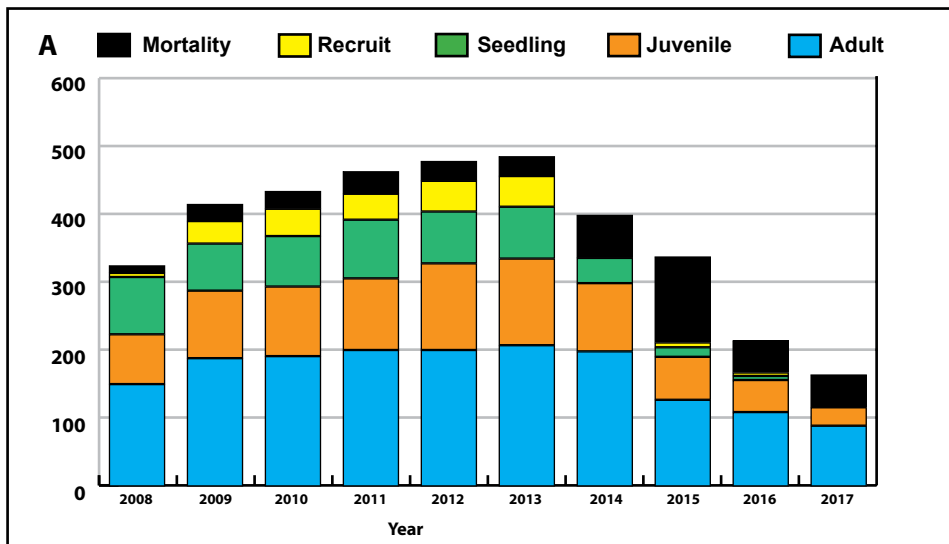


Figure 2.2 Stacked bars showing demographic composition for 10 years from 2008 until 2017. A) Composition by number of plants and B) Composition by percentage.

Rajah 2.2 Bar bertimbun menunjukkan komposisi demografik selama 10 tahun dari 2008 hingga 2017. A) Komposisi dengan bilangan tumbuhan dan B) Komposisi mengikut peratusan.

2.3 Reproductive behaviour

Between August 2007 and July 2017, the population flowered and fruited throughout the period except for a single month in January 2015 where there was neither flowering nor fruiting (Figures 2.3, 2.4). Peak flowering and fruiting was around June to September. Flowering intensity seems to correlate positively with high rainfall and negatively with dry seasons. Water stress appeared to cause a drastic drop in the flowering and fruiting intensity in 2014 and 2015 (Figure 2.4).

An inflorescence has male and female flowers but both are separated in space and time of anthesis or receptivity. The male flowers open first (protandrous), followed about a week later by the female flowers. Female buds usually develop during male anthesis. The flowering in an inflorescence often takes seven weeks and the fruits mature in six weeks. The mean fruit set per plant is 66% and the seed germination rate is 51% (Chan *et al.* 2019).

Inflorescences on a single plant develop sequentially and thus, selfing is avoided although possible when many clonal shoots or ramets flower at the same time. The pollinators are stingless bees that were observed to visit both the male and female flowers. Seeds are dispersed within a short distance by rain through ballistic/splash cup dispersal or possibly by wind. Poor dispersal is speculated as one of the causes of endemism and limited distribution of the species (Chan *et al.* 2018).

2.4 Genetic diversity and mating system

The overall genetic diversity ($H_E = 0.113$) was found to be low in the population. The species was predominantly outcrossing with the multilocus outcrossing rate (t_m) of 0.907 and the inbreeding rate was low (0.173) (Chan *et al.* 2019). Within the population at Bukit Senggeh, alleles were found to be fixed (homozygous) or lost, causing reduced gene diversity. The fixation and loss of alleles is permanent. Only mutation or gene flow from another population can introduce new alleles.

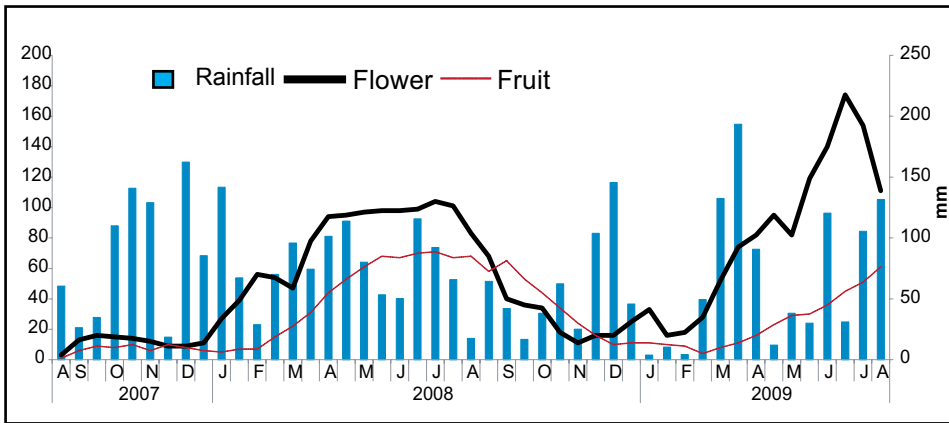


Figure 2.3 Flowering and fruiting pattern from August 2007 until August 2009, and the relationship with rainfall. X-axis: Observation in weeks and letters indicate month. Y-axes: Number of inflorescences (Flower) and infructescences (Fruit) on the left axis and rainfall in millimetres on the right axis.

Rajah 2.3 Corak penghasilan bunga dan buah dari Ogos 2007 sehingga Ogos 2009, dan hubungan dengan hujan. Paksi X: Pemerhatian dalam minggu dan huruf menunjukkan bulan. Paksi-paksi Y: Bilangan jambak bunga (Flower) dan perbuahan (Fruit) di paksi kiri dan hujan dalam milimeter di paksi kanan.

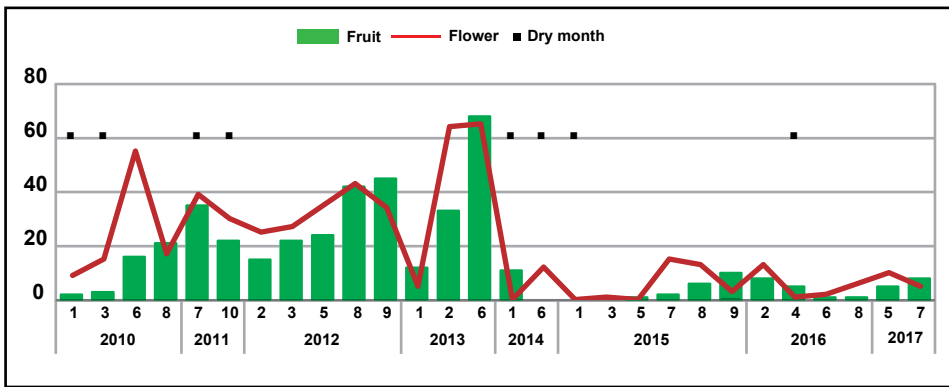


Figure 2.4 Flowering and fruiting intensity from year 2010–2017. Y-axis: Number of inflorescence / infructescence. X-axis – year and month of observation.

Rajah 2.4 Intensiti bunga (Flower) dan buah (Fruit) dari tahun 2010–2017. Paksi Y: Bilangan jambak bunga / perbuahan. Paksi X - tahun dan bulan pemerhatian.

2.3 Tabiat pembiakan

Dari Ogos 2007 sehingga Julai 2017, populasi berbunga dan berbuah berterusan, kecuali pada bulan Januari 2015 yakni tiada bunga atau buah diperhatikan (Rajah 2.3, 2.4). Musim puncak penghasilan bunga dan buah adalah di sekitar bulan Jun hingga September. Intensiti bunga nampaknya berkorelasi positif dengan hujan yang tinggi dan negatif dengan musim kering. Defisit air menyebabkan penurunan drastik intensiti bunga dan buah pada tahun 2014 dan 2015 (Rajah 2.4).

Satu jambak bunga mempunyai bunga jantan dan betina tetapi keduanya terpisah dari segi ruang dan masa antesis atau reseptif. Bunga jantan berbunga dahulu (protandri), diikuti oleh bunga betina kira-kira seminggu kemudian. Kudup bunga betina biasanya dibentuk semasa antesis jantan. Satu jambak bunga biasanya berbunga selama tujuh minggu dan buah akan matang dalam tempoh enam minggu. Purata set buah per pokok ialah 66% dan kadar percambahan benih ialah 51% (Chan *et al.* 2019).

Jambak-jambak bunga dalam pokok yang sama berkembang secara berjujukan dan dengan demikian, kacukan sendiri dapat dielakkan walaupun ada kemungkinan berlaku apabila banyak pucuk klonal berbunga pada masa yang sama. Agen pendebungaan ialah kelulut kerana ia diperhatikan melawat kedua-dua bunga jantan dan betina. Benih disebarkan dalam jarak dekat oleh hujan melalui penyebaran balistik/cawan percikan atau kemungkinan oleh angin. Penyebaran yang terhad mungkin merupakan salah satu punca keendemikan dan taburan terhad spesies tersebut (Chan *et al.* 2018).

2.4 Kepelbagaian genetik dan sistem pembiakan

Kepelbagaian genetik populasi ($H_E = 0.113$) secara keseluruhannya adalah rendah. Spesies tersebut mempunyai kadar kacukan luar multilokus (t_m) yang tinggi iaitu 0.907 dan kadar pembiakbakaan dalam yang rendah (0.173) (Chan *et al.* 2019). Populasi di Bukit Senggeh mengalami penetapan atau kehilangan alel yang boleh mengurangkan kepelbagaian genetiknya. Penetapan dan kehilangan alel ini adalah kekal. Hanya mutasi atau aliran gen daripada populasi lain sahaja yang boleh memperkenalkan alel baharu.

3) Threats

Several threats have been identified as being detrimental to the survival of the existing populations in Melaka. These are habitat degradation and forest fragmentation.

3.1 Habitat degradation

Both habitats at Bukit Senggeh and Batang Melaka are logged-over forests of small fragments. Both populations are found near the forest edges that are highly susceptible to further habitat erosion and degradation. Edge effects are expected to be more evident and severe for the population in Bukit Senggeh where it is just next to an oil palm plantation. In addition, an electrical pylon was erected adjacent to a microsite of the population, and the surrounding vegetation is regularly cleared as maintenance. With reduced vegetation to act as a buffer, the microclimate of the habitat has become hotter and drier and this has adversely affected plant regeneration. (Figure 3.1, 3.2) Floral abortion and seedling mortality were high and significant during dry seasons. Higher light exposure also promotes competition from pioneer or sun-loving plant species, and further threatens the survival of *B. herveyana*. Besides *B. herveyana*, there are other rare and endemic herbaceous species such as *Argostemma tenue* (Rubiaceae), *Peperomia malaccensis* (Piperaceae) and *Impatiens scortechinii* (Balsaminaceae) within the same habitat that face the same threat.

3) Ancaman

Beberapa ancaman yang boleh menjejaskan kemandirian populasi di Melaka telah dikenal pasti, antaranya ialah degradasi habitat dan fragmentasi hutan.

3.1 Degradasi habitat

Kedua-dua habitat di Bukit Senggeh dan Batang Melaka ialah fragmen-fragmen kecil hutan yang telah dibalak. Kedua-dua populasi dijumpai di pinggir hutan yang mudah terdedah kepada hakisan dan kemerosotan habitat. Kesan pinggir adalah lebih jelas dan serius bagi populasi di Bukit Senggeh yang terletak bersebelahan ladang kelapa sawit. Di samping itu, menara elektrik telah didirikan berdekatan satu mikrosit populasi, dan pokok-pokok di sekelilingnya sentiasa dibersihkan sebagai penyelenggaraan jajaran elektrik. Kehilangan pokok-pokok yang bertindak sebagai penampan menyebabkan iklim mikro habitat menjadi lebih

panas dan kering, seterusnya menjejaskan regenerasi *B. herveyana*. (Rajah 3.1, 3.2) Pengguguran bunga dan kematian anak benih juga sangat tinggi semasa musim kering. Pendedahan cahaya yang banyak juga menggalakkan persaingan daripada spesies tumbuhan perintis atau tumbuhan yang sukakan matahari, dan seterusnya mengancam kemandirian *B. herveyana*. Selain *B. herveyana*, terdapat spesies herba lain yang langka dan endemik seperti *Argostemma tenue* (Rubiaceae), *Peperomia malaccensis* (Piperaceae) dan *Impatiens scortechinii* (Balsaminaceae) di habitat sama yang menghadapi ancaman yang sama.



Figure 3.1 Opening of canopy encourages growth of pioneer plant species and increases the risk of drought and mortality of *Begonia herveyana* (circled).

Rajah 3.1 Pembukaan kanopi menggalakkan pertumbuhan spesies tumbuhan perintis dan meningkatkan risiko kemarau dan kematian *Begonia herveyana* (dibulatkan).

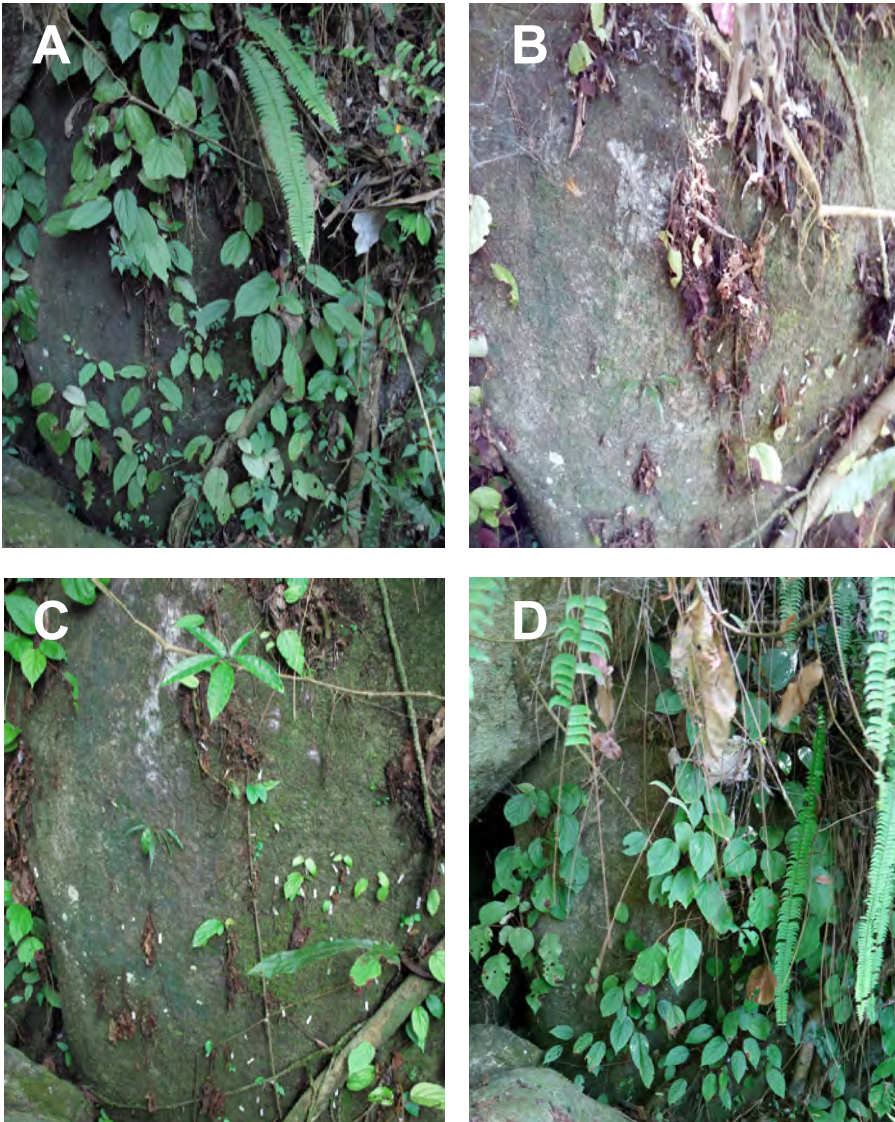


Figure 3.2 Effects of drought on population. (A) Its original state in June 2014, (B) Plant mortality caused by dry months from January to March 2015, (C) The surviving plants in May 2015 and (D) Recovery of adult plants (photo taken in February 2020)

Rajah 3.2 Kesan kemarau terhadap populasi. (A) Keadaan asal pada bulan Jun 2014, (B) Kematian tumbuhan yang disebabkan oleh kemarau dari Januari hingga Mac 2015, (C) Tumbuhan yang masih hidup pada Mei 2015 dan (D) Pemulihan pokok dewasa (gambar pada Februari 2020)

3.2 Forest fragmentation

Forest fragmentation in Batang Melaka and Bukit Senggeh leads to isolation and small population size and possible subsequent loss of genetic diversity by genetic drift. Such fragmentation may cause population bottleneck or prohibits gene flow between populations. A list of possible effects of fragmentation has been highlighted in Oostermeijer *et al.* (2003) and Lienert (2004):

1. Variation in population growth due to random fluctuations in regeneration and mortality can increase the probability of extinction in small populations;
2. Environmental stochasticity causes temporal variation in mortality and reproduction. Edge effects or catastrophes may magnify changes in environmental conditions or cause local extinction;
3. Genetic stochasticity / genetic drift causing loss of alleles from small populations, and fitness reduction through inbreeding depression as a consequence of small population size.

3.2 Fragmentasi hutan

Fragmentasi hutan di Batang Melaka dan Bukit Senggeh menyebabkan pemisahan dan pengecilan saiz populasi dan kemungkinan kehilangan kepelbagaian genetik akibat hanyutan genetik. Fragmentasi tersebut boleh menyebabkan *bottleneck* populasi atau menghalang aliran gen antara populasi. Kemungkinan kesan fragmentasi telah disenaraikan dalam Oostermeijer *et al.* (2003) dan Lienert (2004):

1. Variasi pertumbuhan populasi akibat perubahan rawak regenerasi dan mortaliti boleh meningkatkan kebarangkalian kepupusan dalam populasi kecil;
2. Perubahan rawak alam sekitar menyebabkan variasi semasa mortaliti dan pembiakan. Kesan pinggiran atau bencana boleh meningkatkan perubahan keadaan persekitaran atau menyebabkan kepupusan tempatan;
3. Perubahan rawak genetik / hanyutan genetik menyebabkan kehilangan alel daripada populasi kecil, dan pengurangan kecergasan melalui depresi pembiakan dalam akibat saiz populasi yang kecil.

4) The importance of conserving *Begonia herveyana*

The *B. herveyana* species is found only in three localities in the world, i.e. two in Melaka and one in Pulau Tinggi, Johor. The population size in Melaka is very small, isolated with a very limited range and is threatened. Immediate actions are needed to conserve the remaining populations from extinction. This aim is in line with the aspirations of the National Policy on Biological Diversity 2016–2025 to prevent the loss of biodiversity.

Economically, many species of begonia are attractive ornamental plants with vast commercial potential in the horticultural trade. For example, *Begonia rajah*, the most famous Malaysian species in cultivation, won the Royal Horticultural First Class Certificate when it was first introduced in England in 1894 because of its attractive leaves (Kiew 2005). In the United States, sales of begonia flowers exceeded \$75 million in 2015 (USDA 2016). In Malaysia, most begonia varieties are imported hybrid species and the cultivation of native species has not yet been expanded for commercial purposes.

Begonia also has potential in the pharmaceutical industry. It is widely used in traditional medicine to treat various diseases such as cancer, vomiting, cold, cough, wounds, toothache, fever, malaria, diabetes, respiratory tract infections and skin diseases. Begonias can also be eaten and used as salads, tea and flavours. In China, one species of begonia is cultivated as a popular commercial herbal tea (Tebbitt 2005). Indigenous peoples of Malaysia use begonia to flavour meat or fish because it tastes sour. Clearly, there is great potential for the utilisation of begonia in Malaysia for various purposes.

4) Kepentingan pemuliharaan *Begonia herveyana*

Spesies *B. herveyana* hanya dijumpai di tiga lokaliti di seluruh dunia, iaitu dua di Melaka dan satu di Pulau Tinggi, Johor. Saiz populasi di Melaka adalah sangat kecil, terencil dalam lingkungan kawasan yang sangat terhad dan terancam. Maka tindakan segera diperlukan untuk memulihara kesemua populasi yang tinggal daripada kepupusan, selari dengan aspirasi Dasar Kepelbagaian Biologi Kebangsaan 2016–2025 untuk mengelakkan kehilangan biodiversiti.

Dari segi ekonomi, banyak spesies begonia ialah tumbuhan hiasan yang menarik dan mempunyai potensi komersil yang luas dalam perdagangan hortikultur. Sebagai contoh, *Begonia rajah*, spesies Malaysia yang paling terkenal dalam penanaman, memenangi Sijil Kelas Pertama Hortikultur Diraja ketika ia mula diperkenalkan di England pada tahun 1894 kerana daunnya yang menarik (Kiew 2005). Di Amerika Syarikat, penjualan bunga begonia melebihi \$75 juta pada tahun 2015 (USDA 2016). Di Malaysia, kebanyakan begonia yang dijual ialah jenis hibrid import dan penanaman spesies tempatan masih belum diperluas untuk tujuan komersial.

Begonia juga berpotensi dalam industri farmaseutikal. Ia digunakan secara meluas dalam perubatan tradisional untuk merawat pelbagai penyakit seperti kanser, muntah, selesema, batuk, luka, sakit gigi, demam, malaria, kencing manis, jangkitan saluran pernafasan dan penyakit kulit. Begonia juga boleh dimakan dan digunakan sebagai salad, teh dan bahan perisa. Di negara China, salah satu spesies begonia ditanam sebagai teh herba komersial yang popular (Tebbit 2005). Orang asli di Malaysia pula menggunakan begonia untuk memasak gulai daging atau ikan kerana rasanya masam. Jelasnya, penggunaan begonia di Malaysia untuk pelbagai tujuan mempunyai potensi yang besar.

5) Conservation Action Plan

A Conservation Action Plan (CAP) for 2020–2025 was specifically developed (Table 5.1) with the aim of preventing *in situ* extinction of the Critically Endangered *B. herveyana*. This CAP is developed based on the inputs from research and discussions between various stakeholders such as the State Forestry Departments, local communities and the private sector.

To prevent species extinction, the stakeholders and agencies involved must be committed to implementing the suggested measures outlined in the CAP.

5) Pelan Tindakan Pemuliharaan

Pelan Tindakan Pemuliharaan (CAP) untuk 2020–2025 telah dibangunkan (Jadual 5.1) untuk mengelakkan kepupusan *in situ* *B. herveyana* yang terancam kritikal. Pelan ini dibangunkan berdasarkan input hasil kajian dan perbincangan bersama-sama pelbagai pihak berkepentingan seperti Jabatan Perhutanan Negeri, masyarakat setempat dan sektor swasta.

Semua pihak berkepentingan dan agensi yang terlibat perlu komited dalam melaksanakan cadangan-cadangan yang digariskan dalam CAP untuk mengelakkan kepupusan spesies.

Table 5.1 Conservation Action Plan for *Begonia herveyana*.

Objectives & Outcomes	Implementing agencies	Outputs / Indicators	Timeline					
			2020	2021	2022	2023	2024	
Objective 1. To ensure viability and survival of <i>in situ</i> populations								
Outcome 1. Populations are viable								
Demarcate HCVF and buffer zones (100 m radius of the population and 20 m width from stream banks of upper tributaries)	Melaka Forestry Department (JPNM)	HCVF and buffer zones demarcated						
Demarcate limit zone for vegetation clearing in the microsite around the electrical pylon	Tenaga Nasional Berhad (TNB) & JPNM	Limit zone for clearing demarcated						
Conduct population search and inventory at Bukit Senggeh and Batang Melaka Forest Reserves, and identify suitable sites for establishment of new subpopulations	Forest Research Institute Malaysia (FRIM) & JPNM	Inventory and number of plants found. Sites for introduction identified						
Restoration of degraded habitat and buffer zones	JPNM, FRIM & TNB	Improved habitat conditions						
Develop monitoring protocol for populations	FRIM	Monitoring protocol is available						
Monitoring of habitats and populations	JPNM, FRIM, local communities	Records of population demography & quality of habitats						
Enforce the National Forestry Act 1984 (Act 313)	JPNM	Habitat protected from encroachment						
Objective 2. To safeguard the species through <i>ex situ</i> conservation								
Outcome 2. The species conserved <i>ex situ</i>								
Monitor fruiting to collect seeds for propagation	FRIM, JPNM & local communities	Seeds available for planting						
Propagation through leaves, seeds and tissue culture	FRIM & JPNM	Plantlets deposited to various Botanical Gardens and also available for plant introduction at suitable sites						
Conduct planting trials for introduction of new subpopulations at identified sites	FRIM & JPNM	Introduction programme initiated						

Jadual 5.1 Pelan tindakan pemuliharaan *Begonia herveyana*

Objektif & Keberhasilan	Agensi pelaksana	Output / Indikator	Jangka masa			
			2020	2021	2022	2023
Objektif 1. Memastikan kemandirian dan kebolehhidupan populasi <i>in situ</i>						
Keberhasilan 1. Populasi kekal mandiri						
Menubuhkan HCVF dan zon penampungan (100 m jejari dari populasi dan 20 m lebar dari tebing ulu sungai)	Jabatan Perhutanan Negeri Melaka (JPNM)	HCVF dan zon penampungan ditubuhkan				
Menanda sempadan zon pembersihan pokok di mikrosit sekeliling jajaran kabel elektrik	Tenaga Nasional Berhad (TNB) & JPNM	Zon terhad untuk pembersihan digariskan				
Menjalankan pencarian dan inventori populasi di HS Bukit Senggeh dan Batang Melaka serta mengenalpasti tempat yang sesuai bagi penempatan subpopulasi baru	Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM) & JPNM	Rekod inventori dan bilangan pokok yang dijumpai. Lokasi penempatan subpopulasi baru dikenalpasti				
Pemuliharaan habitat terosot dan zon penampungan	JPNM, FRIM & TNB	Keadaan habitat bertambah baik				
Membangunkan protokol pemantauan populasi	FRIM	Protokol pemantauan diwujudkan				
Memantau habitat dan populasi	JPNM, FRIM & masyarakat setempat	Rekod demografi populasi dan kualiti habitat				
Menguatkuasa Akta Perhutanan Negara 1984 (Akta 313)	JPNM	Habitat dilindungi daripada pencerobohan				
Objektif 2. Melindungi spesies secara pemuliharaan <i>ex situ</i>						
Keberhasilan 2. Spesies dipulihara secara <i>ex situ</i>						
Memantau dan mengutip buah untuk pembiakan	FRIM, JPNM & masyarakat setempat	Benih untuk pembiakan spesies				
Pembiakan melalui daun, biji benih dan kultur tisu	FRIM & JPNM	Bekalan tanaman untuk Taman-taman Botani dan untuk penempatan populasi baharu di tempat-tempat yang sesuai				
Menjalankan ujian penanaman di tempat yang telah dikenalpasti bagi penempatan subpopulasi baharu	FRIM & JPNM	Program introduksi dimulakan				

5.1 Objectives

Objective 1. To ensure viability and survival of *in situ* populations

At present, both the Bukit Senggeh and Batang Melaka FRs are legally protected and gazetted as water catchment forests under the Forestry Act 1984 (Act 313). The population in Pulau Tinggi is considered safe because there is little land use pressure and the island is managed as Pulau Tinggi Marine Park. This was gazetted in 1994 under the Fisheries Act 1955.

Demarcation of all habitats of *B. herveyana* as High Conservation Value Forest (HCVF) is required. In addition, there is a need to establish forested buffer zones covering the entire upper tributaries that flows downstream. The buffer areas will insulate the habitat from drastic environmental change and edge effects by providing adequate tree canopy cover to maintain the high humidity and low light intensity which the species needs to survive. For the population at the microsite affected by the electrical transmission lines, a limited zone for clearing must be demarcated on the ground to prevent excessive removal of the vegetation buffer.

The HCVF and buffer zones should be appropriately managed and restored to improve the quality of the habitat. To monitor the population health of the species, a monitoring protocol and capacity building for stakeholders are needed. For degraded habitats, restoration can be implemented by planting more forest trees to improve water catchment and canopy cover.

A thorough searching and inventory of the species should also be conducted in the Batang Melaka and Senggeh FRs and Pulau Tinggi because many forested areas are yet to be explored. At the same time, suitable sites for introduction or establishment of new subpopulations can be identified in these FRs to increase the population size and to reduce the risk of local extinction.

Currently, both Pulau Tinggi and Bukit Senggeh are ecotourism areas. Although the sites of the *Begonia* populations are not directly impacted, the ecotourism activities must be sustainably managed to prevent further habitat degradation of these areas. A socio-economic study on the feasibility of the existing or future ecotourism activities is strongly recommended. Nature education should also be advocated to spread awareness among local people and foresters on the appreciation of rare species.

To prevent allele fixation and to increase allelic diversity of the population at Bukit Senggeh, plants or seeds sourced from the population at Batang Melaka can be introduced into Bukit Senggeh.

Objective 2. To safeguard the species through *ex situ* conservation

The species can be propagated through seed, leaf and tissue culture materials. Hence, *ex situ* conservation can be implemented to conserve the genetic pool of the species or to duplicate new populations for introduction into other suitable sites identified at the Bukit Senggeh or the Batang Melaka FR.

Seeds and tissue cultures should also be distributed to the network of botanical gardens for *ex situ* conservation. To collect seeds, monitoring of the fruiting season is needed.

5.2 Outcomes

The outcomes of the CAP are:

- a. The *in situ* populations continue to survive and are viable; and
- b. The species is conserved *ex situ*.

5.1 Objektif

Objektif 1. Memastikan kemandirian dan kebolehhidupan populasi *in situ*

Pada masa ini, kedua-dua HS Bukit Senggeh dan Batang Melaka dilindungi dan diwartakan sebagai hutan tadahan air di bawah Akta Perhutanan 1984 (Akta 313). Populasi di Pulau Tinggi pula dianggap selamat kerana kurang tekanan penggunaan tanah dan pulau tersebut diuruskan sebagai Taman Laut Pulau Tinggi. Taman laut ini telah diwartakan pada tahun 1994 di bawah Akta Perikanan 1955.

Semua habitat *B. herveyana* yang telah dikenal pasti mestilah ditandakan sebagai Kawasan Hutan Bernilai Pemuliharaan Tinggi (HCVF). Selain itu, penubuhan zon penampungan hutan yang meliputi seluruh jaringan hulu sungai yang mengalir ke hilir sungai adalah diperlukan. Zon penampungan akan melindungi habitat daripada perubahan alam sekitar yang melampau dan kesan pinggir dengan menyediakan kanopi pokok yang mencukupi untuk mengekalkan kelembapan tinggi dan intensiti cahaya rendah yang diperlukan oleh spesies tersebut untuk hidup. Di mikrosit populasi yang terjejas di sepanjang jajaran kabel elektrik, zon sempadan untuk pembersihan pokok mesti ditandakan di atas tanah untuk mengelakkan penebangan pokok yang berlebihan.

Zon-zon HCVF dan penampungan ini perlu diuruskan dengan sewajarnya dan dipulihkan jika perlu untuk meningkatkan kualiti habitatnya. Satu protokol pemantauan dan latihan untuk pihak berkepentingan diperlukan untuk memantau kesihatan populasi spesies. Habitat yang terosot boleh dipulihkan dengan menanam lebih banyak pokok hutan untuk meningkatkan tadahan air dan perlindungan kanopi.

Pencarian spesies dan inventori secara menyeluruh di HS Batang Melaka, Bukit Senggeh dan Pulau Tinggi perlu dijalankan kerana masih banyak kawasan hutan yang belum dijelajahi. Pada masa yang sama, kawasan yang sesuai untuk introduksi atau penempatan subpopulasi baru dikenalpasti di hutan-hutan simpan ini untuk meningkatkan saiz populasi serta mengurangkan risiko kepupusan setempat.

Pada masa ini, kedua-dua Pulau Tinggi dan Bukit Senggeh ialah kawasan ekopelancongan. Walaupun tapak populasi *Begonia* tidak terjejas secara langsung, aktiviti-aktiviti ekopelancongan mestilah diurus secara lestari untuk mengelakkan kemerosotan habitat yang berlanjutan di kawasan tersebut. Kajian sosioekonomi terhadap kebolehlaksanaan aktiviti-aktiviti ekopelancongan semasa atau yang akan datang adalah sangat disyorkan. Pendidikan alam semula jadi juga harus digalakkan untuk menyebarkan

kesedaran dalam kalangan penduduk tempatan dan pengurus hutan supaya mengenali dan menghargai spesies langka.

Masalah penetapan alel bagi populasi di Bukit Senggeh boleh diatasi dengan meningkatkan kepelbagaian alel melalui pemindahan tanaman atau benih daripada populasi Batang Melaka ke Bukit Senggeh.

Objektif 2. Melindungi spesies secara pemuliharaan *ex situ*

Spesies ini boleh dibiak melalui biji benih, daun dan kultur tisu. Maka, pemuliharaan *ex situ* boleh dilaksanakan untuk memelihara takungan genetik spesies tersebut atau menduplikasi populasi baharu untuk ditanam di tempat-tempat lain yang sesuai di Bukit Senggeh atau Batang Melaka bagi mengelakkan kepupusan setempat.

Biji benih dan kultur tisu juga hendaklah diedarkan ke rangkaian taman-taman botani untuk pemuliharaan *ex situ*. Pemantauan musim buah diperlukan untuk mengutip biji benih.

5.2 Keberhasilan

Keberhasilan daripada CAP ialah:

- a. Populasi sedia ada masih hidup dan mandiri; dan
- b. Spesies ini dipulihara secara *ex situ*.

6) Acknowledgements

We thank all the stakeholders who were involved in the discussions, i.e., the Malacca State Forestry Department, Johor State Forestry Department, Forestry Department Peninsular Malaysia, Tenaga Nasional Berhad, Johor District Office, and Malacca Town and Country Planning Department. We also thank the Meteorological Department of Malaysia for providing climate data and our supporting staff in the Conservation and Biodiversity Informatics Branch, Forest Biodiversity Division of FRIM for field assistance. The R&D work and publication of this action plan is supported by the RMK-11 development fund under the project “Dokumentasi dan Konservasi Biodiversiti Demi Kesejahteraan Hutan dan Kemampuan Sumber Semula Jadi (Fasa 1)”. We also thank Dr. Ruth Kiew for proofreading this manuscript.

6) Penghargaan

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak berkepentingan yang terlibat dalam proses perbincangan, iaitu Jabatan Perhutanan Negeri Melaka, Jabatan Perhutanan Negeri Johor, Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia, Tenaga Nasional Berhad, Pejabat Daerah Mersing serta Jabatan Perancang Bandar dan Desa Jasin. Kami juga berterima kasih kepada Jabatan Meteorologi Malaysia kerana membekalkan data iklim serta kakitangan pelaksana di Cawangan Pemuliharaan dan Biodiversiti Informatik, Bahagian Biodiversiti Hutan FRIM atas bantuan kerja lapangan. Kerja penyelidikan R&D dan penerbitan ini dibiayai oleh dana pembangunan RMK-11 di bawah projek “Dokumentasi dan Konservasi Biodiversiti Demi Kesejahteraan Hutan dan Kemampuan Sumber Semula Jadi (Fasa 1)”. Kami juga berterima kasih kepada Dr. Ruth Kiew kerana menyemak baca manuskrip ini.

7) References / Rujukan

- CHAN YM, CHUA LSL, LEE SL & LEE CT. 2019. Understanding rarity in a narrow endemic *Begonia* through biological comparison with a common species. *Journal of Tropical Forest Science* 31 (4): 422-432. <https://doi.org/10.26525/jtfs2019.31.4.422>.
- CHAN YM, TNAH LH, LEE SL, SUBHA B, LEE CT & CHUA LSL. 2018. Limited dispersal and geographic barriers cause population differentiation and structuring in *Begonia maxwelliana* at both large and small scales. *Plant Ecology & Diversity* 11: 69–83. <https://doi.org/10.1080/17550874.2018.1471625>.
- CHUA LSL, KIEW R & CHAN YM. 2009. Assessing conservation status of Peninsular Malaysian *Begonias* (Begoniaceae). *Blumea* 54: 94–98. <https://doi.org/10.3767/000651909X474131>.
- CHUA LSL & SAW LG. 2006. *Malaysia Plant Red List Guide for Contributors*. Forest Research Institute Malaysia, Kepong.
- HUGHES M & PULLAN M. 2007. *Southeast Asian begonia database*. Retrieved 26 July 2009, from www.rbge.org.uk.
- IUCN. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.
- KIEW R. 2005. *Begonias of Peninsular Malaysia*. Natural History Publications (Borneo) Sdn. Bhd. Kota Kinabalu.
- KIEW R, JULIA S, RIMI R & JOFFRE AA. 2015. *A Guide to Begonias of Borneo*. Natural History Publications (Borneo) Sdn. Bhd., Kota Kinabalu.
- LIENERT J. 2004. Habitat fragmentation effects on fitness of plant populations – A review. *Journal for Nature Conservation* 12: 53-72.
- OOSTERMEIJER JGB, LUIJTEN SH & DEN NIJS JCM. 2003. Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation. *Biological Conservation* 113: 389-398. [10.1016/s0006-3207\(03\)00124-1](https://doi.org/10.1016/s0006-3207(03)00124-1).
- SHAHARUDDIN MI, LATIFF A, FARIDAH HANUM I & WAN YUSOF WK. 2011. Melaka is where forestry begun and its implication to biodiversity conservation in Peninsular Malaysia. Pp. 33–39 in Abd Rahman AR *et al.* (eds) *Hutan Simpan Melaka: Pengurusan Hutan, Persekitaran Fizikal, Kepelbagaian Biologi dan Sosio-ekonomi*. Forestry Department of Peninsular Malaysia, Kuala Lumpur.
- TEBBITT MC. 2005. *Begonias: Cultivation, Identification and Natural History*. Timber Press, Portland, USA.
- USDA. 2016. *Floriculture Crops 2015 Summary*. United States Department of Agriculture.

