

ANALISIS MORFOMETRI DAN BIOLOGI REPRODUKSI *ANAPHALIS JAVANICA* DAN *A. LONGIFOLIA* (ASTERACEAE) DI SUMATERA BARAT

Ahmad Taufiq, Syamsuardi, Ardinis Arbain, Tesri Maideliza, Mansyurdin & Nurainas

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Andalas Kampus Limau Manis, Padang.

Korespondensi: anes82@gmail.com.

Ahmad Taufiq, Syamsuardi, Ardinis Arbain, Tesri Maideliza, Mansyurdin & Nurainas. 2013. Morphometric Analysis and Reproductive Biology of *Anaphalis javanica* and *A. longifolia* (Asteraceae) in West Sumatra. *Floribunda* 4(7): 161–168. —. *Anaphalis javanica* and *A. longifolia*, were collected during the expedition to Mt. Merapi, Singgalang, Tandikat, and Talang (West Sumatra). Beside two of these species, several individuals of *Anaphalis* that differs in several characters from the two others species were also found. Based on it, morphometric study and biology reproduction analysis were carried out to clarify their taxonomic classification. Fifty three individuals of *Anaphalis* were collected and twenty four characters had been observed and measured to define species and morphology variation. Data analysis revealed that the alien species were defined as a natural hybrid of *A. javanica* and *A. longifolia*. There was no significant difference that number and morphology of pollens among populations as well as those two species studied. Based on the P/O ratio analysis indicated that breeding system of *A. javanica* and *A. longifolia* were facultative xenogamy. The same ornamentation (echinate) in both of two species suggested that the natural hybridization between two species was possible.

Keywords: *Anaphalis*, morphology, pollen, pollination system, P/O ratio, natural hybrid.

Ahmad Taufiq, Syamsuardi, Ardinis Arbain, Tesri Maideliza, Mansyurdin & Nurainas. 2013. Analisis Morfometri dan Biologi Reproduksi *Anaphalis javanica* dan *A. longifolia* (Asteraceae) di Sumatra Barat. *Floribunda* 4(7): 161–168. —. *Anaphalis javanica* dan *A. longifolia* telah dikoleksi selama ekspedisi di gunung Merapi, Singgalang, Tandikat dan Talang (Sumatera Barat). Di samping itu, ditemukan juga beberapa individu *Anaphalis* yang berbeda dalam beberapa karakter dengan dua jenis yang ditemukan tersebut. Untuk mengklarifikasi status taksonominya, dilakukan studi morfometri dan analisis biologi reproduksi. Untuk itu lima puluh tiga individu dari *Anaphalis* telah dikoleksi dan dua puluh empat karakter telah diamati dan diukur untuk menentukan jenis dan nilai variasi morfologinya. Hasil analisis menunjukkan bahwa individu yang belum diketahui jenisnya tersebut dinyatakan sebagai hibrid alami dari jenis *A. javanica* and *A. longifolia*. Tidak ada perbedaan signifikan dengan jumlah dan morfologi serbuk sari antar seluruh populasi ataupun antar kedua jenis yang diamati. Berdasarkan analisis rasio P/O sistem polinasi *A. javanica* dan *A. longifolia* adalah xenogami fakultatif. Kesamaan ornamen yang dimiliki oleh kedua jenis tersebut mendukung terjadinya hibridisasi alami antar mereka.

Kata kunci: *Anaphalis*, morfologi, serbuk sari, sistem polinasi, rasio P/O, hibridisasi alami.

Anaphalis spp. adalah jenis tumbuhan dari suku Asteraceae yang hidup di daerah pegunungan dengan ketinggian antara 800–3400 m di atas permukaan laut. Tumbuhan ini dikenal sebagai bunga abadi karena sangat tahan lama dan tidak mudah

rusak (Yuzammi dkk. 2010), sehingga orang menyebutnya sebagai edelweis yang mengacu pada nama tumbuhan *Leontopodium alpinum* Cass. dari pegunungan di Eropa. Marga *Anaphalis* sekarang masuk ke dalam anak puak terbaru yaitu *Cassinii-*

nae yang beranggotakan marga-marga yang memiliki pembagian sinapomorfi dalam hal memiliki rambut papus yang menggada (tidak meruncing) pada bagian ujung. Penyebarannya terutama di Asia Tengah dan Selatan sebanyak 110 jenis. Di Asia Tenggara termasuk New Guinea, hanya terdapat 6 jenis *Anaphalis* yaitu: *A. javanica*, *A. longifolia*, *A. maxima*, *A. viscida*, *A. helwigii* dan *A. arfakensis*. *A. javanica* dan *A. longifolia* sangat berkerabat dekat dengan bentuk morfologi yang hampir serupa. Diduga *A. javanica* berdekatan dengan jenis yang terdapat di Sri Lanka. Revisi terakhir menyatakan bahwa *A. lorentzii* adalah sinonim dari *A. helwigii*. Menurut Beauverd (1913), semua buah yang dihasilkan dari bunga hermaphrodit *Anaphalis* yang ada di Yunnan adalah steril.

Berdasarkan IUCN redlist (2008), *Anaphalis* spp. termasuk dalam kategori *inthreatened* atau tumbuhan dalam kondisi terancam keberadaannya. Kondisi ini didukung dengan adanya gangguan aktivitas manusia, karena tumbuhan ini hidup di sekitar jalur pendakian di pegunungan. Di samping itu, tercatat bahwa sebuah semai edelweis memerlukan waktu lebih kurang 13 tahun untuk mencapai tinggi 20 cm dan sampai saat ini belum diketahui secara pasti bagaimana biologi reproduksi tumbuhan tersebut, sehingga banyak aspek yang perlu diketahui untuk melestarikannya, baik pelestarian secara *in situ* maupun *ex situ*. Kim & Chung (1995) menjelaskan bahwa program konservasi secara *in situ* dan *ex situ* tidak akan berhasil tanpa dukungan informasi diversitas dan struktur genetik serta tingkat aliran gen dalam populasi tersebut. Berdasarkan hal tersebut perlu penyediaan data diversitas dan struktur populasi serta tingkatan aliran gen dalam populasi yang akan digunakan sebagai data fundamental untuk tujuan dan strategi konservasi tumbuhan langka Indonesia. Hasil penelitian ini juga akan berguna untuk perbandingan pelestarian tumbuhan langka Indonesia lainnya.

Di Sumatera Barat tumbuhan edelweis (*Anaphalis* spp.) terdistribusi pada daerah dataran tinggi di beberapa gunung api, baik yang aktif ataupun tidak. Faktanya tumbuhan ini sekarang terus

mengalami penurunan jumlah individu maupun populasi yang akhirnya diperkirakan dapat mengalami kepunahan seperti yang telah terjadi pada populasi di gunung Gede, Jawa Barat. Untuk itu perlu upaya pelestariannya dengan melakukan konservasi baik secara *ex situ* maupun *in situ*.

Sistem reproduksi suatu jenis tumbuhan merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi jumlah dan distribusi variasi genetik dalam dan antar populasi (Syamsuardi 2004). Berbagai penelitian telah memfokuskan kepentingan sistem reproduksi dalam menentukan aliran gen dan potensial evolusi dari jenis yang dikaji (Loveless & Hamrick 1984; Suter et al. 2000). Untuk itu, studi morfometrik dan analisis biologi reproduksi dari jenis *Anaphalis* spp. perlu dilakukan untuk memahami variasi genetik dari jenis tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Sampel tumbuhan dikoleksi dari beberapa gunung di Sumatera Barat yaitu G. Tandikat, G. Talang, G. Merapi dan G. Singgalang. Koleksi yang diperoleh digunakan untuk pengamatan dan pengukuran karakter morfologi dalam kajian morfometrik dan diproses menjadi spesimen herbarium dengan menggunakan metode Jain & Rao (1977), selanjutnya voucher spesimen disimpan di Herbarium Universitas Andalas. Pengukuran terhadap karakter-karakter yang telah melalui tahap penapisan tersebut kemudian digabung, distandarisasi dan diolah dengan metode UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average*). Analisis ini menggunakan program computer PAST (*Palentological Statistics*) versi 2.13 dan NTSYSpc 2.02k, sehingga didapatkan fenogram yang menggambarkan hubungan kekerabatan tiap OTU dari *Anaphalis* berdasarkan karakter yang diujikan.

Organ generatif diawetkan dalam larutan FAA yang digunakan dalam analisis morfologi bunga khususnya serbuk sari dan ovul. Pengamatan karakteristik morfologi dan ultrastruktur butir serbuk sari dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). JEOL JSM 5310 LV di Labora-

torium Widya Satwaloka LIPI Cibinong.

Kajian biologi reproduksi dilakukan dengan melihat kecenderungan bentuk sistem polinasi dengan mengamati rasio Polen/Ovulnya. Rasio polen-ovul dalam suatu bunga dapat mencerminkan sistem polinasi suatu tumbuhan atau kemungkinan serbuk sari mencapai stigma (Syamsuardi 2002). Sebanyak 33 individu berbunga dikoleksi dan diawetkan ke dalam larutan FAA. P/O rasio ditentukan dengan cara menghitung jumlah pollen (serbuk sari) per bunga/jumlah ovulnya. Jumlah butir serbuk sari per bunga ditentukan dengan mengalikan jumlah butir serbuk sari dalam satu benang sari dengan jumlah benang sari pada tiap bunga. Perhitungan jumlah serbuk sari dilakukan dengan semua serbuk sari dikeluarkan dari benang sari kemudian ditempatkan dalam gelas objek dan ditetesi dengan etanol 99 %. Selanjutnya butir serbuk sari diwarnai dengan *lactophenol cotton blue* selama lebih dari 10 menit (Syamsuardi 2002), kemudian diamati di bawah mikroskop dengan dihitung langsung menggunakan *counter*. Jumlah ovul dihitung langsung dari masing-masing bunga. Nilai P/O rasio yang diperoleh dibandingkan dengan nilai P/O rasio berdasarkan sistem reproduksi tumbuhan yang telah dikompilasi oleh Cruden (1977). Untuk melengkapi data karakteristik serbuk sari juga dilakukan analisis struktur morfologi serbuk sari menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan memperlihatkan bahwa tumbuhan edelweis (*Anaphalis* spp.) memiliki populasi yang sangat terbatas dan hidup di kawasan terbuka dataran tinggi di 4 gunung api Sumatera Barat yaitu gunung Merapi, gunung Singgalang, gunung Tandikat dan gunung Talang. Sebanyak 53 individu telah berhasil dikoleksi dari populasi-populasi tersebut. Berdasarkan pemeriksaan karakter morfologi terhadap 36 sampel yang khusus digunakan untuk pengamatan morfometrik dan kemudian dibandingkan dengan beberapa pustaka terbaru dan spesimen tipe, maka dapat

ditentukan dua jenis *Anaphalis* yaitu *Anaphalis javanica* (Reinw.ex Blume) Schultz ex Boerl., *Anaphalis longifolia* (Blume) DC., dan beberapa individu lainnya yang diduga hibrid alami dari *A. javanica* dan *A. longifolia* karena memiliki karakter campuran dari kedua jenis tersebut.

Hasil pengamatan dari seluruh karakter morfologi *A. javanica* dan *A. Longifolia*, baik intra maupun antar populasi dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa terdapat beberapa karakter yang berbeda dari jenis-jenis edelweis yang sama tetapi tumbuh di lokasi yang berbeda. Dari tabel tersebut juga terlihat adanya perbedaan karakter yang dimiliki oleh tiap jenis yang berbeda. Berdasarkan analisis pengelompokan yang terlihat pada fenogram dan diagram PCA (Gambar 1 dan 2), menunjukkan bahwa tumbuhan *Anaphalis* di Sumatera Barat dapat diklasifikasikan menjadi 6 kelompok. Pengelompokan terjadi akibat adanya nilai jarak dan kesamaan (afinitas) dari setiap karakter yang digunakan. Kelompok pertama adalah *A. javanica* bunga coklat dengan buah longkang (*achene*) "trianguloid" berdaun lebar dan berambut tipis, kelompok ke-II merupakan *A. javanica* berbunga coklat dengan buah longkang membulat telur (ovoid) berdaun kecil dan berambut tebal, kelompok ke-III yaitu *A. javanica* berbunga kuning dengan buah longkang membulat telur berdaun runcing dan berambut tipis, dan kelompok ke-IV terdiri dari dua populasi *A. longifolia*. Kelompok ke-V adalah putatif hibrid dari *A. javanica* dan *A. longifolia*, sedangkan kelompok VI yaitu *A. javanica* bunga merah dengan buah longkang membulat telur berdaun lebar dan berambut tipis.

Hasil pemeriksaan dan analisis terhadap karakteristik reproduktif terutama serbuk sari dan ovul pada 6 populasi dari dua jenis *Anaphalis* disajikan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa jumlah serbuk sari per bunga sangat bervariasi antara kedua jenis *Anaphalis* bahkan antar populasi dari masing-masing jenis, dengan jumlah serbuk sari per bunga yang paling tinggi dijumpai pada populasi Singgalang dari jenis *A. longifolia* (1323 ± 6). Pada jenis *A. javanica* jumlah serbuk

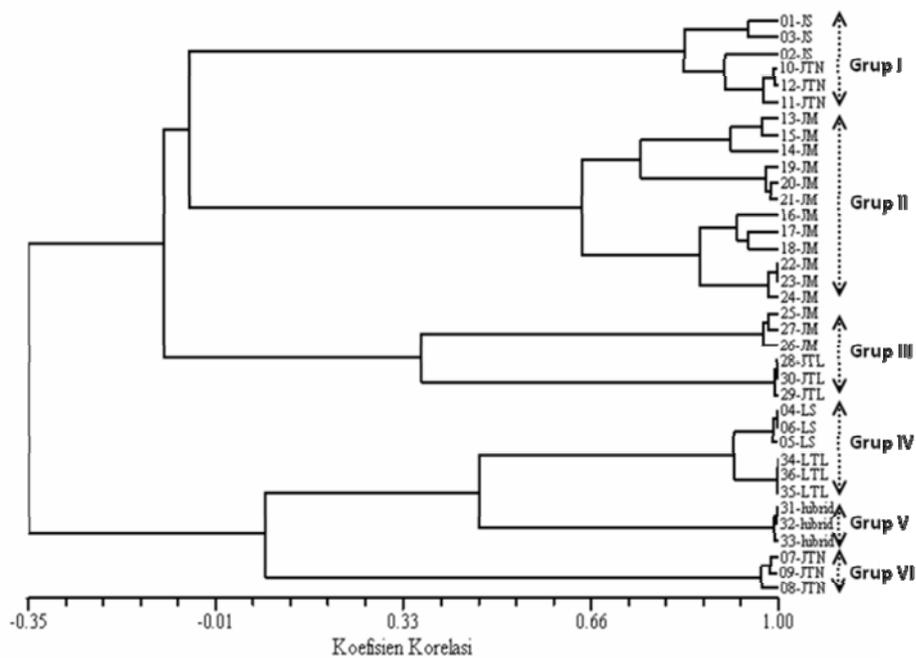
Tabel 1. Perbandingan Karakter Morfologi *Anaphalis javanica* dan *A. longifolia* Sumatera Barat.

No	Karakter	<i>Anaphalis javanica</i>				<i>Anaphalis longifolia</i>	
		Singgalang	Tandikat	Merapi	Talang	Singgalang	Talang
1	Panjang filari rata-rata (mm)	5.15–5.25	4.95–5.85	4.65–6.35	4.15–5.05	2.95–3.05	4.95–5.05
2	Lebar filari rata-rata (mm)	0.95–1.05	1.15–1.35	0.45–1.20	1.35–1.55	0.65–0.75	1.45–1.55
3	Bentuk filari	Melanset sungsang	Melanset sungsang ; menjorong	Melidah; memata pedang	Melanset sungsang	Melanset sungsang	Melanset sungsang
4	Warna ujung filari	Putih	putih; kemerahan	putih; putih berambut	putih; merah	putih	kemerahan
5	Warna dasar filari	Hijau	Hijau	kehijauan-berambut; hijau kekuningan	kehijauan; hijau	hijau	hijau
6	Warna mahkota	coklat tua	coklat tua; kemerahan	coklat tua; hijau transparan	coklat tua; hijau transparan	kuning	hijau-transparan
7	Panjang mahkota rata-rata (mm)	2.95–3.05	2.95–3.05	2.95–4.05	2.75–3.55	2.15–2.25	3.45–3.55
8	Panjang gagang rata-rata (mm)	17.29–20.14	18.23–29.75	5.88–22.75	5.20–18.50	10.95–14.10	16.45–18.50
9	Jumlah gagang	7–14	11–14	6–14	6–8	5–6	8
10	Bentuk umum buah longkah	Menggenta	Membulat telur; Menggenta	Membulat telur	Membulat telur	Membulat telur	Membulat telur
11	Panjang buah longkah rata-rata (mm)	0.69–0.71	0.63–0.81	0.58–0.91	0.49–0.76	0.39–0.41	0.49–0.51
12	Lebar buah longkah rata-rata (mm)	0.19–0.21	0.14–2.60	0.23–0.41	0.28–0.33	0.29–0.31	0.28–0.33
13	Panjang papus rata-rata (mm)	3.45–3.55	3.45–3.65	2.95–3.55	2.75–3.05	2.25–2.35	2.95–3.05
14	Pola rambut tulang bawah daun	Memita	Memita	Memita; spiral	Memita	Memita	Memita
15	Ketebalan rambut permukaan atas daun	Tebal	tipis; tebal	tebal	Tipis	tipis	tipis
16	Ketebalan rambut permukaan bawah daun	Tebal	tipis; tebal	tebal	tipis; tebal	tipis	tebal
17	Dimensi daun	Plate	Plate	middle; oval	plate; middle	plate	middle
18	Bentuk/Pola tumbuh daun	divergen	divergen; horizontal	Menyempit rapat keatas	divergen	drooping	divergen
19	Panjang daun rata-rata (mm)	34.78–37.78	38.50–50.50	30.67–44.67	30.67–55.33	60.50–63.50	30.67–32.67
20	Lebar daun rata-rata (mm)	2.23–2.43	2.91–3.95	1.50–2.50	1.80–3.87	2.75–2.95	1.80–2.20
21	Jarak nodus rata-rata (mm)	1.41–1.81	0.30–2.21	0.55–6.31	0.75–2.56	9.36–11.36	0.75–2.56
22	Sudut Divergensi	1/13	1/8 ; 1/13	1/8 ; 1/13	1/8 ; 1/13	1/5	1/13

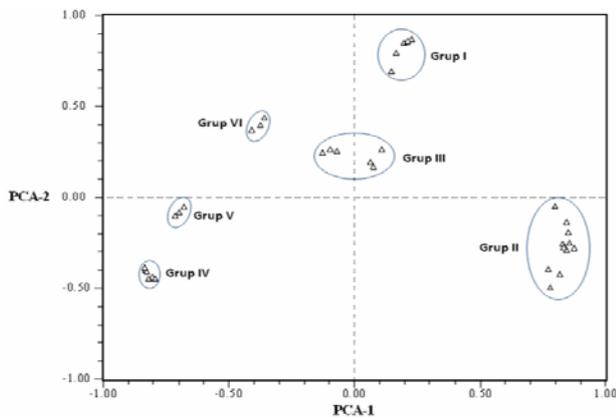
sari per bunga tidak berbeda dengan yang paling tinggi dijumpai pada populasi Singgalang diikuti oleh Tandikat dan Merapi. Jumlah ovul pada *Anaphalis* dan umumnya pada suku *Asteraceae*

adalah satu, dan biasanya dengan jumlah kepala sari (anthera) lima buah pada masing-masing bunga.

Tumbuhan dengan penyerbukan sendiri (autogami) memiliki rasio polen-ovul lebih sedikit



Gambar 1. Dendrogram korelasi antara 36 OTU's individu tumbuhan *Anaphalis javanica* dan *A. longifolia* Sumatera Barat.

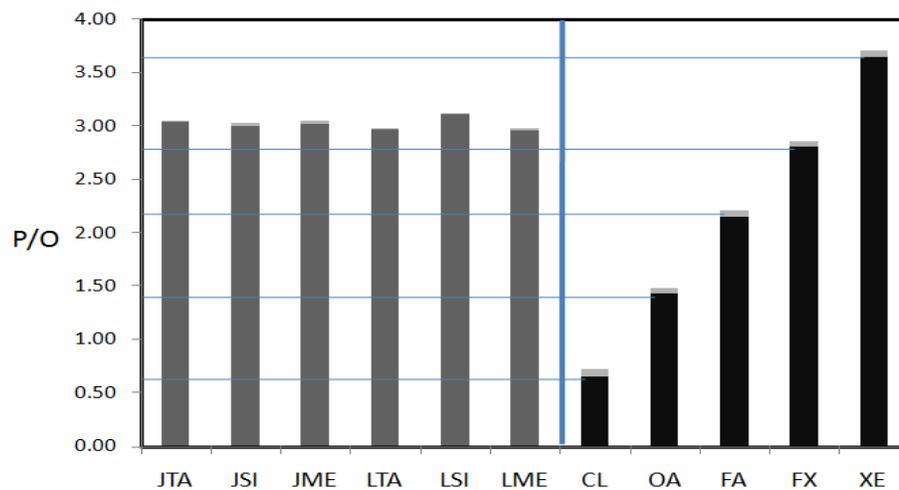


Gambar 2. Plot Ordinasi PCA *Anaphalis javanica* dan *A. longifolia* Sumatera Barat.

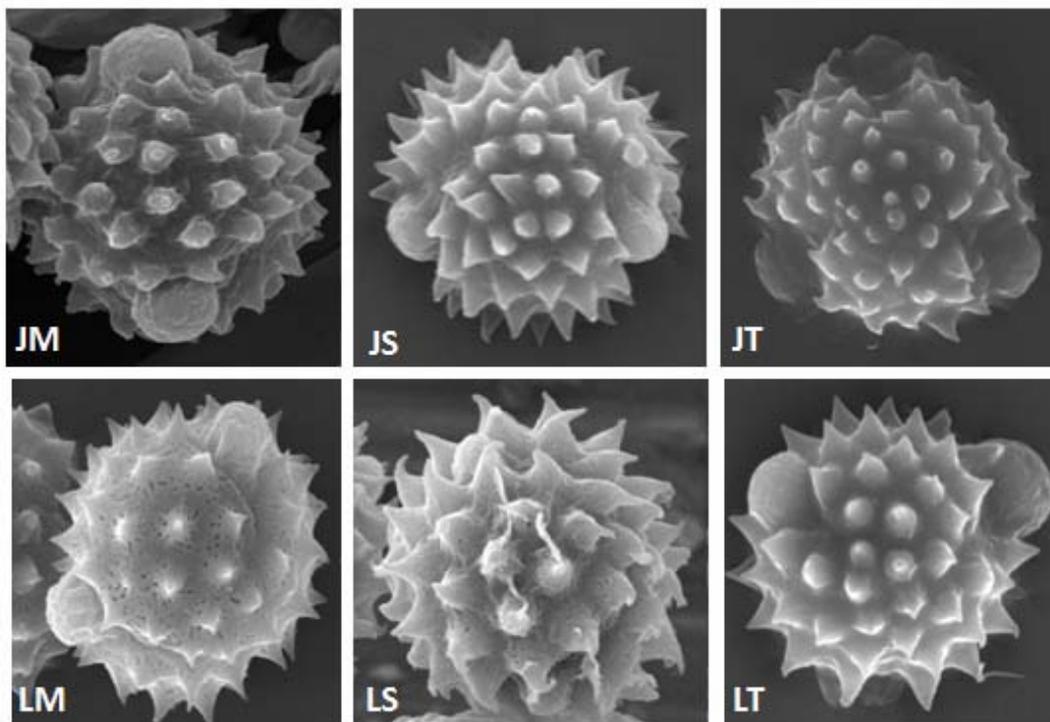
dibandingkan dengan tumbuhan xenogami yang berarti tingkat keberhasilan penyerbukan xenogami lebih besar dibandingkan dengan autogami. Pada suatu taksa perubahan rasio polen-ovul dapat memperlihatkan evolusi yang terjadi pada tumbuhan berbunga dari xenogami ke autogami dilihat dari berkurangnya nilai rasio butir-butir polen-ovul. Bunga autogami biasanya memiliki nilai polen-ovul lebih kecil

Menurut Wyatt (1983), tumbuhan dengan penyerbukan silang memiliki karakteristik antara lain bunga banyak, daun kelopak (sepal) dan daun mahkota (petal) luas, kepala sari panjang, serbuk sari dan biji banyak. Namun demikian tumbuhan yang mempunyai banyak serbuk sari fertil membantu dalam keberhasilan reproduksinya tapi mengeluarkan banyak energi sehingga keberhasilan reproduksi menjadi lemah (Cruden 1977). Nilai P/O rasio yang mencerminkan reproduksi biologi juga bervariasi antar jenis maupun marga yang diteliti. Log P/O rasio merupakan indikator sistem polinasi suatu tumbuhan. Tumbuhan dengan penyerbukan sendiri memiliki Log P/O rasio lebih sedikit dibandingkan tumbuhan xenogami yang berarti tingkat keberhasilan penyerbukan pada xenogami lebih besar dibandingkan autogami (Cruden 1977). Berdasarkan pengelompokan sistem penangkaran oleh Cruden (1977), maka 6 populasi dari dua jenis *Anaphalis* yang diteliti dapat dikategorikan memiliki sistem polinasi yang mendekati nilai dengan sifat xenogami.

Berdasarkan hasil penelitian ini terlihat



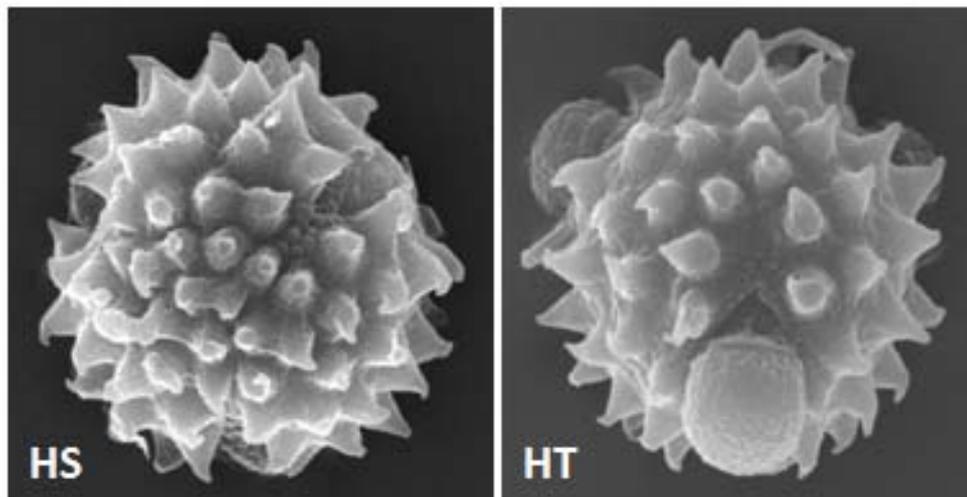
Gambar 3. Sistem polinasi enam populasi *Anaphalis javanica* dan *A. longifolia* dibandingkan dengan sistem polinasi menurut Cruden (1977). JTA= populasi Tandikat dari *A. javanica*, JSI= populasi Singgalang dari *A. javanica*, JME= populasi Merapi dari *A. javanica*, LTA= populasi Tandikat dari *A. longifolia*, LSI= populasi Singgalang dari *A. longifolia*, LME= populasi Merapi dari *A. longifolia*, CL= cleistogamy, OA= obligate autogamy, FA= facultatif autogamy, FX= facultatif xenogamy, XE= xenogamy.



Gambar 4. Morfologi serbuk sari enam populasi dari *A. javanica* (atas) dan *A. longifolia* (bawah). JM= populasi *A. javanica* di Merapi, JS= populasi *A. javanica* di Singgalang, JT= populasi *A. javanica* di Talang; LM= populasi *A. longifolia* di Merapi, LS= populasi *A. longifolia* di Singgalang, LT= populasi *A. longifolia*

bahwa jumlah serbuk sari dan ovul per bunga sangat bervariasi namun dijumpai kecenderungan kesamaan sistem polinasi antar populasi, baik pada *A. javanica* maupun *A. longifolia*. Dari analisis P/O

rasio terlihat bahwa kedua jenis *Anaphalis* yang diteliti memiliki sistem penangkaran xenogami fakultatif yang berarti cenderung bersifat persilangan jauh (*outcrossing*) namun dapat juga



Gambar 5. Morfologi serbuk sari populasi tumbuhan yang diduga hibrid dari *A. javanica* dan *A. longifolia* di Singgalang (HS) dan Talang (HT).

melakukan penangkaran sanak (*inbreeding*). Mengingat kedua jenis ini memiliki sistem polinasi yang serupa ada kemungkinan antara kedua jenis ini dapat terjadi perkawinan antar jenis jika populasinya simpatrik. Diduga di antara kedua jenis ini telah terjadi hibridisasi alami, dengan ditemukannya populasi berupa hibrid di G. Singgalang, Tandikat, Merapi dan Talang. Namun jumlah individu yang ditemukan sangat jarang dan pada umumnya tidak memiliki organ generatif.

Hasil pengamatan terhadap serbuk sari bunga *A. javanica* dan *A. longifolia* (Gambar 4) dan takson yang diduga hibrid tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Beberapa hasil temuan tentang ornamentasi serbuk sari antar jenis menunjukkan hasil yang beragam. Misalnya, morfologi serbuk sari antar jenis dalam marga *Amomum* menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan pada marga *Hornstedtia*, *Etingera* dan *Globba* ditemukan bentuk ornamentasi serbuk sari yang mirip (Syamsuardi dkk. 2010).

Berdasarkan kenyataan ini, persamaan bentuk morfologi antara *A. javanica* dan *A. longifolia* (Gambar 5) dapat dipakai sebagai aspek pendukung kemungkinan terjadinya hibridisasi alami antar kedua jenis tersebut. Namun bukti

morfologi serbuk sarinya belum dapat mengungkapkan apakah takson tersebut merupakan hibrid. Dengan demikian penerapan analisis teknik molekuler (RAPD atau ISSR) tidak saja akan dapat mengungkapkan informasi mengenai aliran gen, diversitas dan struktur genetik tumbuhan langka dan terancam punah ini, namun juga sekaligus dapat mengklarifikasi status takson yang diduga hibrid tersebut.

KESIMPULAN

Ditemukan dua jenis *Anaphalis* di Sumatera Barat yaitu *A. javanica* dan *A. longifolia*. Secara numerik, tumbuhan edelweis yang terdapat di Sumatera Barat dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok. Selain itu ditemukan juga individu yang memiliki karakter campuran antara *A. javanica* dan *A. longifolia*.

Tidak terdapat perbedaan yang berarti dengan jumlah maupun morfologi serbuk sari antar populasi dan antar jenis *A. javanica* dan *A. longifolia*. Dari analisis P/O rasio terlihat bahwa *A. javanica* dan *A. longifolia* memiliki sistem penangkaran xenogami fakultatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kurator Herbarium Universitas Andalas, Kepala Laboratorium Widya Satwaloka LIPI Cibinong, atas fasilitas yang disediakan. Kepada Dr. Erizal Mukhtar, MSc. juga diucapkan terima kasih atas kritik dan saran yang konstruktif. Penelitian ini sebahagian dibeayai melalui Hibah Unggulan Perguruan Tinggi dengan Surat Perjanjian Nomor: 031/UN.16/PL/UPT/2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Beauverd G. 1913. Contributions a l'etude des Composees. Suite VIIB. La constant generique des *Anaphalis*. *Bulletin de la Societe Botanique de Geneve*, 2me seri, 5:146–147.
- Cruden RW. 1977. Pollen-Ovule ratios: A conservative indicator of breeding system in flowering plants. *Evolution* 31: 32–46.
- Jain SK & Rao RR. 1977. *A Hand Book of Field and Herbarium Methods*. Today & Tommorrow's Printers and Publishers. New Delhi.
- Kim ST & Chung MG. 1995. Genetic variation and population structure in Korean populations of Sand Dune species *Salsola komarovi* (*Chenopodiaceae*). *Journal of Plant Research* 108: 195–203.
- Loveless MD & Hamrick JL. 1984. Ecological determinants of genetic structure in plant population. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 15: 65–95.
- IUCN. 2008. *Red List*. <http://www.iucn.redlist.com>
- Suter M, Schneller JJ & Vogel JC. 2000. Investigation into genetic variation, population structure and breeding system of the Fern *Asplenium thrichomanes* subsp. *quadrivalens*. *International Journal Plant Science* 161: 233–244.
- Syamsuardi. 2002. *Genetic diversity and genetic structure of Ranunculus japonicus Thunb. Sect. Acris. Ranunculaceae and its genetic relationships to relative species in Japan*. D. Sc. Thesis. Osaka City University. Osaka. Japan.
- Syamsuardi. 2004. *Mating system variation in Ranunculus japonicus Thunb. (Ranunculaceae): Evidence from electrophoretic data*. Makalah Semirata Bidang MIPA BKS-PTN Wilayah Indonesia Barat di Pontianak tanggal 27–30 Juli.
- Syamsuardi, Mansyurdin, Nurainas & Tri Susanti. 2010. Morfologi polen genus *Globba* (*Zingiberaceae*) di Sumatera Barat. *Berkala Penelitian Hayati* 16: 89–94
- Wyatt R. 1983. *Pollinator Plant Interactions and The Evolution of Breeding System Departement of Botany*. University of Georgia Athens. Georgia.
- Yuzammi, Witono JR, Hidayat S, Handayani T, Sugiarti, Mursidawati S, Triono T, Astuti IP, Sudarmono & Wawangningrum H. 2010. *Ensiklopedi Flora*. PT. Khareisma Ilmu. Jakarta.