

PERSILANGAN INTERVARIETAS, INTERSPESIES DAN INTERGENUS PADA FAMILY ZINGIBERACEAE

Intervariety, Interspecies and Intergenous Crossing of Zingiberaceae

Ita Yunira¹, Endah Retno Palupi², Darliah³

¹Mahasiswa Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB

²Staff Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB

³Staff Peneliti Balai Penelitian Tanaman Hias

Abstract

Zingiberaceae is a monocious tropical plant (monocotyledon) indigenous to Indonesia, and potential to be introduced as ornamental plant. Hybridization is one way of obtaining new type/variation. This research was aimed at investigating the reproductive success of several *Zingiberaceae* from open-pollination and the reproductive success of various type of crossing in *Zingiberaceae* in order to study the mating system. Three types of pollination was applied, i.e. *intervariety* within *A. purpurata* ('Jungle King' with 'Jungle Queen', *interspecies* within the genus of *Alpinia* (*Alpinia purpurata* with *Alpinia zerumbet*) and *intergenus* between the genus of *Alpinia* sp. (*Alpinia purpurata* & *Alpinia zerumbet*) and *Zingiber* sp. (*Zingiber ottensi*). Pollination was done during the receptive period of the stigma. The research result showed that the reproductive success from open-pollination was between 0.00074-0.00081 of *Alpinia purpurata* and 0.04 of *Zingiber ottensi*, whereas *Alpinia zerumbet* never set fruit in open-pollination. The reproductive success of *intervariety* pollination of 0.40-0.54 was higher than *interspecies* of 0.008 and the *intergenus*, which did not set any fruit. Structure of seed and seedling during germination process was also observed.

Keywords: *intervariety, interspecies, intergeneric, crosses, Zingiberaceae.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ketersediaan bahan tanaman yang cukup dengan sumber keragaman yang luas, adalah syarat utama perbaikan varietas dalam pengembangan tanaman. Keragaman yang luas dari suatu sifat atau kombinasi sifat merupakan modal awal bagi program pemuliaan. Program pemuliaan yang didasarkan atas keragaman genetik yang luas akan memberikan hasil yang ideal, terus-menerus dan berkembang secara bertahap melalui seleksi serta mampu tanggap terhadap perubahan lingkungan, penyakit dan kebutuhan pasar. Selain itu populasi dengan keragaman yang luas akan memberikan peluang yang lebih besar untuk mendapatkan karakter-karakter yang diinginkan (Ajjjah *et al.*, 1996).

Menurut Paimin dan Murhananto (1999) *Zingiberaceae* merupakan tanaman tropis berkeping satu (monokotiledon) yang mempunyai 47 genus dan 1400 spesies dan tersebar di sepanjang daerah tropik dan subtropik. Tanaman ini umumnya tumbuh baik di daerah dataran rendah hingga sedang dengan curah hujan 2000-3000 mm/tahun dan dapat dijumpai di negara-negara Asia yaitu India, Ceylon, Siam, RRC, dan Indonesia (Rismunandar, 1988). Whittemore menambahkan bahwa 4 genus dan 4 spesies yaitu: *Alpinia* sp., *Curcuma* sp., *Hedychium* sp., *Zingiber* sp. telah diperkenalkan di Amerika Utara, Meksiko, India Barat, Amerika Selatan, Asia, Afrika, dan Australia sebagai tanaman hias.

Mengingat prospek pengembangan *Zingiberaceae* sebagai tanaman hias cukup cerah maka perlu diupayakan untuk mendapatkan jenis/variasi baru melalui pemuliaan tanaman, baik dengan teknik hibridisasi maupun mutasi. Hibridisasi bertujuan untuk memperoleh kombinasi genetik yang diinginkan melalui persilangan dua atau lebih tetua yang berbeda genotipnya, sedangkan mutasi bertujuan untuk memperoleh varietas baru dengan melakukan perubahan genetik dalam waktu singkat (Anonim, 2005; Poespodarsono, 1998).

Menurut Sastrapradja dan Aminah (1970) sampai saat ini informasi tentang efektivitas benih sebagai materi perbanyakan pada family *Zingiberaceae* masih sangat sedikit padahal benih merupakan bahan perbanyakan yang potensial untuk menghasilkan keanekaragaman jenis/varietas baru dibandingkan dengan perbanyakan secara vegetatif yaitu menggunakan rhizome.

Tujuan

1. Mempelajari keberhasilan reproduksi *Zingiberaceae* dari penyerbukan terbuka.
2. Memperlajari keberhasilan reproduksi dari persilangan *intervarietas, interspesies* dan *intergenerik* pada *Alpinia* sp. dan *Zingiber* sp.

Hipotesis

1. Keberhasilan persilangan *intervarietas* lebih tinggi daripada persilangan *interspesies*
2. Keberhasilan persilangan *interspesies* lebih tinggi daripada persilangan *intergenerik*

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Hias (BALITHI) yang terletak di Cipanas, Cianjur, Jawa Barat, mulai dari bulan April 2008 sampai dengan bulan Oktober 2008.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu tanaman *Zingiberaceae* yang terdiri dari 2 genus yaitu *Alpinia* (*Alpinia purpurata* 'Jungle King' dan 'Jungle Queen', *Alpinia zerumbet*) dan *Zingiber* (*Zingiber ottensi*,) yang telah ditanam sebelumnya serta media tanam arang sekam.

Alat yang digunakan dalam percobaan ini yaitu pinset, gunting, label, kertas minyak, plastik, jangka sorong, mikroskop dan staples.

Metode Percobaan

Keberhasilan Reproduksi dan Sistem perkawinan

Rancangan yang digunakan adalah rancangan lengkap satu faktor yaitu varietas yang terdiri atas empat taraf perlakuan yaitu *A. purpurata* 'Jungle King', *A. purpurata* 'JQ', *A. zerumbet*, dan *Z. ottensi*. Setiap perlakuan di ulang 10 kali sehingga percobaan ini terdiri atas 40 satuan percobaan.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

dimana, $i = 1, 2, \dots, t$ dan $j = 1, 2, \dots, r$

Y_{ij} = Pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke- i

ϵ_{ij} = Pengaruh acak pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan, maka dilakukan perbandingan antara rata-rata perlakuan dengan uji jarak ganda duncan pada $\alpha = 0.05$.

Pelaksanaan Percobaan

Percobaan dimulai dengan pemilihan tanaman yang mempunyai malai bunga bebas dari hama dan penyakit, mudah dijangkau dan baru sedikit bunga yang mekar, kemudian dilabel (diberi nomor).

Pengamatan dilakukan pada masing-masing tanaman contoh meliputi pengamatan jumlah bunga per malai (Bg/M), buah per malai (Bh/M), ovul per bunga (O/Bg), dan benih per buah (B/Bh). Pengamatan Bg/M dilakukan dengan menghitung jumlah bunga tiap malai pada masing-masing 10 tanaman contoh. Bunga dihitung sebelum bunga mekar.

Pengamatan O/Bg dilakukan dengan mengambil 5 bunga per malai kemudian dipotong melintang atau membujur pada bagian tengah dengan pisau dan dihitung jumlah ovulnya menggunakan kaca pembesar. Pengamatan O/Bg dilakukan pada malai yang berbeda dari pengamatan Bg/M karena malai pada pengamatan Bg/M akan digunakan untuk pengamatan B/Bh. Pengamatan B/Bh dilakukan dengan menghitung jumlah benih dari tiap buah yang diproduksi.

Persilangan intervarietas, interspesies dan intergenerik dilakukan secara manual, pada saat stigma reseptif. Penyerbukan buatan dilakukan pukul 06.30-14.00 pada hari bunga betina mekar dengan cara mengusapkan antera yang sudah pecah ke kepala putik secara perlahan dengan bantuan pinset kemudian diberi label. Bunga dalam satu malai bisa digunakan untuk persilangan intervarietas, interspesies dan intergenerik.

Pemanenan buah pada genus *Alpinia* dilakukan secara bertahap (satu buah per bracktea) pada saat buah sudah berwarna pink atau merah. Sedangkan pada genus *Zingiber* dilakukan serentak ketika semua braktea sudah membuka dalam satu malai. Buah yang terbentuk dari persilangan diamati warna, ukuran (diameter), dan jumlah biji.

Benih diekstraksi dan diambil beberapa untuk pengamatan eksternal dan internal. Pengamatan eksternal mencakup ukuran panjang benih, warna, diameter buah dan berat kering benih. Berat kering benih ditetapkan dengan cara perhitungan bobot 1000 butir. Pengamatan internal dilakukan terhadap struktur embrio dengan menggunakan mikroskop cahaya. Benih lainnya dikering anginkan selama 2-3 hari kemudian ditanam dengan menggunakan arang sekam. Struktur kecambah diamati sejak benih mulai berkecambah sampai kecambah normal terbentuk.

Pengamatan

A. Keberhasilan reproduksi Zingiberaceae dari penyerbukan terbuka dan persilangan terkendali :

- Rasio pembentukan buah/bunga (masing-masing tipe penyerbukan)

$$R: Bh/Bg = \frac{\sum \text{buah yang terbentuk}}{\sum \text{bunga betina yang diserbuk}}$$

- Rasio pembentukan benih/ovul (masing-masing tipe penyerbukan)

$$R: B/O = \frac{\sum \text{benih yang terbentuk} / \text{buah}}{\sum \text{ovul} / \text{bunga betina}}$$

- Tingkat Keberhasilan Reproduksi

$$KR = \text{rasio buah/bunga} \times \text{rasio biji/ovul}$$

B. Pengamatan struktur benih: struktur eksternal dan internal

C. Pengamatan perkembangan struktur kecambah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Penyerbukan buatan dilakukan dari bulan April – Juni 2008 bertepatan dengan akhir musim hujan, sehingga waktu penelitian dianggap tepat karena cuaca yang mendukung sangat penting dalam penelitian ini. Pemanenan buah dilakukan dari bulan Juli–Oktober 2008 pada saat buah berumur lebih dari 3 bulan setelah penyerbukan.

Tiap rumpun tanaman Zingiberaceae dapat menghasilkan sekitar 10-15 malai. Tiap malai terdiri dari

kumpulan braktea dan mempunyai warna yang menarik dan indah. Braktea tersebut yang biasa digunakan sebagai rangkaian bunga potong dan dapat bertahan sampai 1-2 minggu dalam vas bunga yang terisi air. Ada juga braktea yang berubah warna ketika telah terjadi pembuahan, contohnya pada genus *Zingiber*. *Alpinia* mempunyai bunga berwarna putih dan jumlahnya dua kali lipat dari jumlah braktea. Dua bunga dalam satu braktea saling menempel dan bergiliran untuk berkembang dan mekar, sedangkan *Zingiber* mempunyai jumlah bunga sama dengan jumlah braktea, satu braktea satu bunga. Bunganya berwarna kuning dan dapat menyediakan serbuk sari dalam waktu lama.

Keberhasilan Reproduksi

Bunga *Alpinia purpurata* berwarna putih pucat, kecil, dan berada di balik kelopak selundang (braktea) kemudian bunganya akan keluar dari ujung braktea tersebut. Bunganya terdiri dari 3 mahkota, 3 kelopak dan mempunyai kelopak tambahan. Benang sarinya berada di bawah putik dan sedikit menghasilkan serbuk sari. *A. purpurata* 'Jungle King' bunganya mulai mekar antara pukul 08.00-09.30, sedangkan *A. purpurata* 'Jungle Queen' mulai mekar lebih siang dari 'Jungle King' yaitu antara pukul 10.00-12.00. Pada jam tersebut baik putik maupun benang sari sudah mulai masak sehingga sudah dapat dilakukan penyerbukan. Bagian bunga tidak rontok, tetapi mulai mengering 3-4 hari setelah mekar. Bakal buah *A. purpurata* berbentuk bulat, dindingnya tipis, berwarna putih, permukaannya halus, beruang tiga, bakal bijinya banyak, dan melekat seluruhnya pada bagian tengah bakal buah (axilar). Jumlah bakal biji pada *A. purpurata* 'Jungle King' lebih banyak, berkisar antara 130-225 ovul, daripada *A. purpurata* 'Jungle Queen' berkisar 135-195 ovul (Tabel 1).

Alpinia zerumbet bunganya lebih besar, warna braktea putih dengan ujungnya berwarna merah muda dan benang sarinya berada sejajar dengan putik sehingga memungkinkan terjadinya penyerbukan sendiri. Bunganya mulai mekar antara pukul 06.30-07.30 dan anthera mulai pecah sekitar pukul 07.00-08.00. Oleh karena itu untuk penyerbukan buatan emaskulasi harus dilakukan sebelum pukul 07.00 agar tidak terjadi penyerbukan sendiri. Bakal buah berbentuk bulat, dindingnya tebal, berwarna hijau, permukaannya kasar dan terdapat bulu-bulu halus, beruang tiga, dengan jumlah bakal biji berkisar antara 46-50 ovul.

Zingiber ottensi bunganya kecil, berwarna kuning, biasanya mulai mekar pada siang hari yaitu berkisar antara pukul 11.00-13.00. Benang sari berada jauh dibawah putik dan dapat menyediakan serbuk sari dalam waktu yang lama, namun dengan bantuan serangga tanaman ini dapat menghasilkan biji pada tiap malainya. Kelopak biasanya rontok 1 hari setelah mekar.

Tabel 1. Keberhasilan reproduksi empat spesies Zingiberaceae dari penyerbukan terbuka

Sp	Bg/M	Bh/M	O/Bg	B/Bh	R: Bh/Bg	R: B/O	KR
JK	172 ^a (144-220) 162.6 ^a	0.3 ^a (1-2) 0.3 ^a	175 ^a (130-225) 164 ^a	74 ^a (38-105) 72.33 ^a	0.0017 ^a	0.422 ^a	0.00074 ^a
JQ	(140-206) 34 ^b	(1-2)	(135-195) 49.8 ^b	(63-77)	0.0018 ^a	0.441 ^a	0.00081 ^a
AZ	(20-50) 49.6 ^b	- 6 ^b	(46-50) 27.1 ^b	- 9.8 ^b	-	-	-
ZO	(27-65)	(4-13)	(18-47)	(4-25)	0.12 ^b	0.362 ^a	0.04 ^b

Ket: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada $\alpha = 0.05$. JK: *Alpinia purpurata* 'Jungle King'; JQ: *Alpinia purpurata* 'Jungle Queen'; AZ: *Alpinia zerumbet*; ZO: *Zingiber ottensi*; Bg/M: bunga/malai; Bh/M: buah/malai; O/Bg: ovul/bunga; B/Bh: benih/buah.

A. purpurata 'JK' dengan *A. purpurata* 'JQ' mempunyai jumlah bunga/malai, buah/malai, ovul/bunga, dan biji/buah yang sama, namun berbeda dengan *A. zerumbet* dan *Z. Ottensi*.

Penyerbukan terbuka pada masing-masing spesies menghasilkan produksi benih yang rendah. *A. purpurata* 'JK' mempunyai jumlah bunga dua kali lipat dari jumlah brakteanya yaitu berkisar antara 144-220 dan *A. purpurata* 'JQ' sekitar 140-206, namun sedikit sekali yang berkembang menjadi buah. Dalam satu malai rata-rata hanya dihasilkan 1-2 buah dengan

diameter buahnya berkisar antara 2-2.4 cm bahkan sebagian besar malai yang tumbuh tidak menghasilkan buah. Jumlah benih per buah berkisar antara 38-105 pada *A. purpurata* 'JK' dan 63-77 pada *A. purpurata* 'JQ'. Genus *Zingiber* tiap malai menghasilkan buah berkisar 4-13 buah dari sekitar 27-65 bunga/malai yang dihasilkan. Masing-masing buah menghasilkan benih yang bervariasi antara 4-25 (Tabel 1).

Keberhasilan reproduksi ditentukan oleh rasio buah/bunga dan rasio benih/ovul. *A. purpurata* 'JK' dengan *A. purpurata* 'JQ' mempunyai rasio buah/bunga yang sama atau tidak berbeda nyata namun berbeda dengan *Z. ottensi*. Rasio benih/ovul pada *A. purpurata* 'JK', *A. purpurata* 'JQ' dan *Z. ottensi* tidak berbeda nyata. Rasio buah/bunga tertinggi sebesar 0.12 pada *Z. ottensi* dan terendah 0.0017 pada *A. purpurata* 'JK' (Tabel 1). Rasio buah/bunga merupakan proporsi bunga yang berhasil berkembang menjadi buah yang masak, sehingga semakin rendah rasionya maka semakin banyak bunga yang rontok, begitu juga sebaliknya. Hasil pengamatan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa dari 50 bunga *Z. ottensi* yang terbentuk hanya 6 bunga mampu berkembang menjadi buah yang masak, begitu juga pada *A. purpurata* 'JK' dan *A. purpurata* 'JQ' dari 172 dan 163 bunga yang terbentuk hanya sekitar 1-2 bunga yang mampu berkembang menjadi buah yang masak.

Rasio benih/ovul merupakan proporsi ovul yang berhasil berkembang menjadi benih yang viabel. Rataan rasio benih/ovul sebesar 0.408 (Tabel 1) yang berarti bahwa dari 100 ovul yang terbentuk hanya 41 ovul yang berkembang menjadi benih yang viable. Rataan rasio benih/ovul tersebut menunjukkan nilai yang hampir sama pada *Acacia* yaitu sebesar 0.58 (Owens, 1995), namun relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan jarak pagar yaitu sebesar 0.79 (Ahmad, 2007).

A. purpurata 'JK' dengan *A. purpurata* 'JQ' tidak berbeda nyata namun berbeda sangat nyata dengan *Z. ottensi* terhadap tingkat keberhasilan reproduksi. Tingkat keberhasilan reproduksi tertinggi sebesar 0.04 ditemukan pada *Z. ottensi* atau 4% dari potensinya dan terendah pada *A. purpurata* 'JK' sebesar 0.00074 atau 0.074% dari potensinya (Tabel 1).

Sistem Perkawinan Zingiberaceae

Pada percobaan penyerbukan buatan kegagalan penyerbukan umumnya diakibatkan kerontokan bunga dan kerontokan buah. Sebelum rontok, stigma akan layu dan mengering satu atau beberapa hari setelah penyerbukan buatan. Bunga *A. purpurata* tidak rontok, tetapi akan mengering, sedangkan bunga *A. zerumbet* akan rontok satu atau dua hari setelah penyerbukan buatan dan bunga *Z. ottensi* akan rontok satu hari setelah penyerbukan buatan.

Penyerbukan pada masing-masing tipe persilangan dilakukan dengan cara resiprokal (timbang balik) dengan tujuan untuk mengetahui atau memilih tanaman yang paling baik untuk dipakai sebagai induk betina. Hasil persilangan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *A. purpurata* 'JK' dapat berfungsi sebagai induk betina yang lebih baik. Hal tersebut dapat dilihat pada persilangan *A. purpurata* 'JK' x *A. purpurata* 'JQ' yang mencapai persentase keberhasilan sebesar 66%, *A. purpurata* 'JK' x *A. zerumbet* sebesar 1.32%, *A. purpurata* 'JK' x *Z. ottensi* tidak ada yang berhasil namun persentase kegagalan untuk kurang dari 14 HSP sebesar 91.7% dan 8.33% yang lebih dari 14HSP. Sedangkan untuk induk betina *A. purpurata* 'JQ' hanya pada persilangan *A. purpurata* 'JQ' x *A. purpurata* 'JK' yang mencapai persentasi keberhasilan sebesar 43.2% dan untuk persilangan lainnya mengalami kegagalan begitu juga halnya pada *A. zerumbet* dan *Z. ottensi* sebagai induk betina tidak ada yang berhasil (Tabel 2).

Keberhasilan penyerbukan dikelompokkan ke dalam dua kategori, sebelum dan sesudah 14 hari setelah penyerbukan (HSP). Pengelompokan tersebut dilakukan karena kerontokan bunga sebelum 14 HSP cukup tinggi, walaupun tak jarang bunga yang disilangkan ada indikasi bahwa fertilisasi telah terjadi, yaitu bakal buah yang mulai membesar, sedangkan setelah 14 HSP relatif rendah, dan pada saat itu sudah dapat

dipastikan bahwa bakal buah sudah mengalami pembesaran sekitar 3-5 kali yang mengindikasikan adanya perkembangan embrio. Penyebab kerontokan buah yang mulai terbentuk tidak diketahui dengan pasti, diduga kelembaban yang terlalu tinggi karena hujan yang terus menerus dapat menyebabkan terjadinya pembusukan pada buah.

Penyebab kerontokan buah setelah 14 HSP diduga dapat disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, karena biji yang berkembang tidak mencukupi jumlah minimum yang diperlukan buah untuk tetap bertahan, sehingga akhirnya rontok. Kedua karena adanya serangan hama sehingga perkembangan buah tidak dapat berlangsung sempurna atau bahkan membusuk.

Beberapa hama yang menyebabkan kerusakan buah yaitu keong, tungau, ulat putih, ulat coklat. Tungau dan ulat putih umumnya menyerang mulai dari pembentukan malai sampai panen dan serangannya paling banyak waktu musim kemarau. Keong hanya menyerang waktu musim hujan. Ulat coklat menyerang pada saat pertumbuhan buah, dengan cara melubangi buah kemudian bertelur di dalamnya dan berpindah dari satu buah ke buah yang lain. Buah yang terserang akan mengalami pecah kulit, buah mengering dan biji membusuk.

Tabel 2. Persentase keberhasilan penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang

Tipe Penyerbukan	Sp.	Σ Pers	Σ KB	% KB	% KG	
					< 14 ^a	> 14 ^b
Penyerbukan Sendiri (Selfing)	JK	22	0	0	45.5	54.5
	JQ	9	0	0	77.8	22.2
Intervarietas	JK x JQ	50	33	66	24	10
	JQ x JK	88	38	43.2	50	6.82
Interspesies	JK x AZ	76	1	1.32	76.32	22.37
	AZ x JK	14	0	0	100	0
	JQ x AZ	26	0	0	84.62	15.4
Penyerbukan Buatan	AZ x JQ	14	0	0	100	0
	JK x ZO	24	0	0	91.7	8.33
	ZO x JK	11	0	0	100	0
	JQ x ZO	11	0	0	100	0
	ZO x JQ	12	0	0	100	0
	AZ x ZO	6	0	0	100	0
Intergenus	ZO x AZ	5	0	0	100	0

Ket.: Σ Pers: jumlah bunga yang diserbuk; Σ KB: jumlah bunga yang berhasil jadi buah; % KB: persentase keberhasilan penyerbukan; % KG: persentase kegagalan penyerbukan; ^a = persentase bunga yang rontok sebelum 14 HSP; ^b = persentase bunga yang rontok setelah 14 HSP

Hasil penyerbukan sendiri (*selfing*) pada *A. purpurata* (baik JK maupun JQ) menunjukkan tidak adanya bunga yang mampu menjadi buah, yang mengindikasikan adanya fenomena *self-incompatibility*. Kerontokan pada penyerbukan sendiri ke dua varietas tersebut terjadi sebelum dan sesudah 14 HSP. Pada *A. purpurata* 'JK' kerontokan sebelum dan sesudah 14 HSP hampir sama, masing-masing 45.5% dan 54.5%. Hal ini menunjukkan bahwa penyerbukan sendiri telah menghasilkan fertilisasi dan bahkan pembesaran bakal buah 2-5 kali. Sementara *A. purpurata* 'JQ' sebagian besar kerontokan terjadi sebelum 14 HSP, sebesar 77.8% (Tabel 2).

Dalam melakukan hibridisasi, hubungan kekerabatan tanaman yang lebih dekat memungkinkan untuk mendapatkan tanaman F1 lebih tinggi dibandingkan dengan yang hubungan kekerabatannya lebih jauh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk masing-masing varietas *A. purpurata*, keberhasilan persilangan intervarietas lebih tinggi daripada persilangan interspesies dan intergenus. Hasil persilangan intervarietas antara *A. purpurata* 'JK' x *A. purpurata* 'JQ' menunjukkan dari 50 bunga yang disilangkan 33 bunga mampu menjadi buah (66%) dengan rata-rata jumlah benih sekitar 144. Persilangan resiprokalnya antara *A. purpurata* 'JQ' x *A. purpurata* 'JK' dari 88 bunga yang disilangkan 38 bunga mampu menjadi buah (43,2%) dengan rata-rata jumlah benih sekitar 159. Sementara persilangan interspesies *A. purpurata*'JK' x *A. zerumbet* dari 76 bunga yang disilangkan hanya 1 bunga yang mampu menjadi buah (1.32%) dengan jumlah benih 103, sedangkan ketiga persilangan interspesies

lainnya tidak ada yang menghasilkan buah. Demikian juga halnya pada persilangan intergenus tidak ada yang berhasil sama sekali (Tabel 2 dan Tabel 3).

Buah yang dihasilkan pada masing-masing persilangan umumnya mempunyai bentuk yang sama dengan buah *A. purpurata* yang terbentuk secara alami. Perbedaannya terdapat pada diameter buah, jumlah benih, bentuk benih, ukuran benih dan struktur internal benih. Bentuk benih pada persilangan interspesies menyerupai bentuk hati dan lebih lebar. Bentuk benih tersebut berbeda dari bentuk benih hasil dari persilangan intervarietas yang umumnya sama seperti pada *A. purpurata* secara alami yaitu bulat lonjong dan panjang.

Hasil yang diperoleh dari persilangan interspesies dan intergenus menunjukkan sebagian besar mengalami kegagalan sebelum 14 HSP. Persilangan *A. purpurata* 'JK' x *A. zerumbet* sekitar 76.32% mengalami kegagalan sebelum 14 HSP, 22.37% setelah 14 HSP dan pada *A. purpurata* 'JQ' x *A. zerumbet* sekitar 84.62% mengalami kegagalan sebelum 14 HSP, 15.4% setelah 14 HSP serta persilangan *A. purpurata* 'JK' x *Z. ottensi* sekitar 91.7% mengalami kegagalan sebelum 14 HSP, 8.33% setelah 14 HSP (Tabel 2).

Tingginya kegagalan persilangan interspesies dan intergenus dapat disebabkan oleh beberapa hal salah satunya adalah semakin jauh hubungan taksonominya, sebagaimana dikemukakan oleh Poespodarsono (1988) yang menyatakan bahwa semakin jauh hubungan kekerabatan tanaman akan semakin tinggi kegagalan untuk mendapatkan tanaman F1 yang hidup atau fertil. Kegagalan ini secara genetik dapat diterangkan sebagai akibat ketidakmampuan bergabung genetik atau plasma selnya dalam pembentukan zigot. Hambatan dapat pula disebabkan oleh perbedaan jumlah kromosom yang terkandung dalam masing-masing jenis yang disilangkan; kromosom-kromosom yang tidak cocok untuk bergabung satu sama lain tidak dapat berpasangan secara normal; inti sperma dari serbuk sari tidak dapat meleburkan diri dengan inti sel telur dari bakal biji.

Tabel 3. Pengaruh sistem penyerbukan buatan terhadap keberhasilan reproduksi pada beberapa spesies Zingiberaceae

Tipe Persilangan	B/Bh	R: Bh/Bg	R: B/O	KR
Intervarietas	JK x JQ 144.3 (60-206)	0.66	0.83	0.54
	JQ x JK 158.87 (88-211)	0.43	0.97	0.42
Interspesies	JK x AZ 103	0.01	0.59	0.008
	AZ x JK 0	0	0	0
	JQ x AZ 0	0	0	0
	AZ x JQ 0	0	0	0
Intergenus	JK x ZO 0	0	0	0
	ZO x JK 0	0	0	0
	JQ x ZO 0	0	0	0
	ZO x JQ 0	0	0	0
	AZ x ZO 0	0	0	0
	ZO x AZ 0	0	0	0

Ket.: B/Bh: benih/buah; R:Bh/Bg: rasio buah/bunga; R:B/O: rasio benih/ovul; KR: keberhasilan reproduksi.

Rasio buah/bunga pada persilangan intervarietas sebesar 0.66 (*A. purpurata* 'JK' x *A. purpurata* 'JQ') dan 0.43 (*A. purpurata* 'JQ' x *A. purpurata* 'JK'). Pada persilangan interspesies rasio tersebut hanya 0.01, sedangkan pada persilangan intergenus tidak menghasilkan buah sama sekali (rasio = 0) (Tabel 3).

Rasio buah/bunga pada penyerbukan buatan didapatkan dari proporsi bunga yang disilangkan dengan bunga berkembang menjadi buah (Tabel 2). Rasio benih/ovul pada persilangan intervarietas sebesar 0.97 (*A. purpurata* 'JQ' x *A. purpurata* 'JK') dan 0.83 (*A. purpurata* 'JK' x *A. purpurata* 'JQ'). Persilangan interspesies sebesar 0.59 (*A. purpurata* 'JK' x *A. zerumbet*), sedang tiga persilangan interspesies lainnya tidak ada yang berhasil sama halnya terjadi pada persilangan intergenus. Dalam perhitungan rasio benih/ovul pada penyerbukan buatan, jumlah ovul masing-masing spesies diperoleh dari pengamatan pertama (Tabel 1).

Tingkat keberhasilan reproduksi pada persilangan intervarietas sebesar 0.54 (*A. purpurata* 'JK' x *A. purpurata* 'JQ') dan 0.42 (*A. purpurata* 'JQ' x *A. purpurata* 'JK') atau sekitar 54% dan 42% dari potensinya dan pada persilangan interspesies sebesar 0 - 0.008 atau sekitar 0 - 0.8% dari potensinya sedang keberhasilan reproduksi persilangan intergenus nol, yang berarti tipe persilangan ini tidak dapat menghasilkan biji sama sekali (Tabel 3).

Kegagalan pembentukan biji dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya: keadaan kantong embrio di dalam bakal biji tidak normal, sehingga penyerbukan tidak dapat berlanjut dengan pembuahan; embrio dan endosperma tidak berkembang sehingga bijinya tidak berkembang atau rudimenter, serta serangan hama penyakit menyebabkan biji yang terbentuk membusuk dan gugur.

Tabel 4. Keberhasilan reproduksi penyerbukan terbuka dan penyerbukan buatan pada *Alpinia purpurata*

Spesies	B/Bh	PB (cm)	BKB (g)	D Bh (cm)	R: Bh/Bg	R: B/O	KR
JK	74 ^a (38-105)	0.4 ^a	1.69 ^a	2.27 ^a (2.1-2.4)	0.0017 ^a	0.422 ^a	0.00074 ^a
JK X JQ	144.3 ^b (60-206)	0.45 ^a	1.71 ^a	2.6 ^a (1.9-3.8)	0.66 ^b	0.83 ^a	0.54 ^b
JQ	72.33 ^a (63-77)	0.34 ^a	1.39 ^a	2.1 ^a (2-2.2)	0.0018 ^a	0.441 ^a	0.00081 ^a
JQ X JK	158.87 ^b (88-211)	0.37 ^a	1.45 ^a	2.23 ^a (1.92-2.44)	0.43 ^b	0.97 ^a	0.42 ^b

Ket.: B/Bh = benih/buah; PB = panjang benih; BKB = bobot kering benih; D Bh = diameter buah; R:Bh/Bg: rasio buah/bunga; R:B/O: rasio benih/ovul; KR: keberhasilan reproduksi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyerbukan buatan dapat meningkatkan pembentukan buah yang cukup tinggi dibandingkan dengan penyerbukan terbuka (Tabel 4). Penyerbukan buatan antara *A. purpurata* 'JK' dengan *A. purpurata* 'JQ' meningkatkan proporsi pembentukan buah dari 0.0017% menjadi 0.66%, sedangkan penyerbukan buatan *A. purpurata* 'JQ' dengan *A. purpurata* 'JK' meningkat dari 0.0018% menjadi 0.43%. Hal ini mengindikasikan rendahnya persentase penyerbukan secara alami, yang diduga karena rendahnya serangga penyerbuk. Penyerbukan buatan juga meningkatkan proporsi pembentukan biji sekitar dua kali lipat, yang diduga karena jumlah polen yang menempel pada stigma cukup memadai. Kedua komponen tersebut mempengaruhi keberhasilan reproduksi dari dua tipe penyerbukan yang diamati. Keberhasilan reproduksi dari penyerbukan buatan pada *A. purpurata* 'JK' meningkat sekitar 730 kali penyerbukan terbuka (meningkat dari 0.00074 menjadi 0.54) dan pada *A. purpurata* 'JQ' meningkat sekitar 519 kali (dari 0.00081 menjadi 0.42). Walaupun peningkatan keberhasilan reproduksi dari penyerbukan buatan pada kultivar lain masih belum diketahui dan perlu diteliti, tetapi peningkatan yang tinggi tersebut mengindikasikan adanya hambatan proses reproduksi secara alami pada Zingiberaceae. Data tersebut juga menunjukkan bahwa penyerbukan buatan tidak meningkatkan panjang dan berat kering benih, serta diameter buah yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan penyerbukan terbuka (Tabel 4).

Struktur Benih

Struktur benih pada masing-masing spesies yang diamati umumnya mempunyai kulit/testa yang keras, mempunyai embrio yang besar dan berada ditengah-tengah dikelilingi perisperm dan endosperma yang berisi zat makanan untuk pertumbuhan embrio.

Struktur benih pada *A. purpurata* secara eksternal mempunyai bentuk bulat lonjong, tekstur yang halus, berwarna coklat, dilapisi aril yang lengket dan sulit dilepas. Benihnya mempunyai rata-rata ukuran panjang 0.4 cm, berat kering 1.69 gram pada *A. purpurata* 'JK', 0.3 cm dan 1.39 gram pada *A. purpurata* 'JQ', 0.45 cm dan 1.71 gram hasil persilangan *A. purpurata* 'JK' x *A. purpurata* 'JQ', 0.37 cm dan 1.45 gram hasil persilangan *A. purpurata* 'JQ' x *A. purpurata* 'JK'. *Zingiber ottensi* secara eksternal mempunyai bentuk bulat

lonjong tekstur agak kasar, berwarna hitam, dilapisi aril berwarna putih dan mudah lepas serta rata-rata berat basah 0.43 gram/10 benih dan berat kering 0.14 gram/10 benih.

Tipe Perkecambahan

Tipe perkecambahan benih Zingiberaceae adalah hipogeal. Benih Zingiberaceae pada umumnya mempunyai daya kecambah yang rendah dan membutuhkan waktu yang lama untuk menjadi kecambah normal. Kecambah normal pada genus *Alpinia* rata-rata terbentuk setelah 2-3 bulan setelah tanam seperti halnya terjadi pada *A. purpurata* 'JK' dan *Alpinia malaccensis*. Daya kecambahnya rendah sekali, dari 135 benih *A. purpurata* 'JK' yang ditanam hanya 11,1% yang mampu membentuk kecambah normal dan dari 300 benih *Alpinia malaccensis* hanya 6,67% yang mampu membentuk kecambah normal 3 bulan setelah tanam.

Struktur Kecambah

Kecambah normal dimulai dengan retaknya testa kemudian diikuti dengan pertumbuhan radikula dan pemanjangan plumula, hipokotil tidak memanjang ke atas permukaan tanah sedangkan kotiledon tetap berada di dalam kulit biji di bawah permukaan tanah. Plumula akan muncul sekitar 1-2 minggu setelah radikula terbentuk dengan panjang 1-1.2 cm. Daun pertama tersebut akan membuka sempurna setelah 4-5 minggu kemudian dan panjangnya mencapai 1.5-1.7 cm. Daun akan terus bertambah rata-rata satu minggu sekali.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Keberhasilan reproduksi penyerbukan terbuka pada spesies *Alpinia purpurata* sekitar 0.00074 – 0.00081 dan *Zingiber ottensi* sekitar 0.04.
2. Keberhasilan penyerbukan intervarietas sekitar 54.6% lebih tinggi daripada penyerbukan interspesies (0.33%) dan intergenus (0 %).
3. Penyerbukan buatan dapat meningkatkan keberhasilan reproduksi.
4. Persentase daya kecambah pada spesies Zingiberaceae sekitar 6-11% pada 3 BST pada media arang sekam.

Saran

1. Persilangan interspesies perlu dipelajari lagi dengan menggunakan kultivar-kultivar yang lain.
2. Penelitian efisiensi penyerbukan secara alami diperlukan untuk mengidentifikasi kendala reproduksi pada Zingiberaceae.
3. Penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan persentase daya berkecambah benih dan mempercepat pertumbuhan benih sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajijah, N., B. Martono, N. Bermawie, dan E.A. Hadad. 1996. Botani dan Karakteristik, hal 10-18 *Dalam: D. Sitepu et al. (Eds.). Jahe*. Balai Penelitian tanaman Obat dan Rempah. Bogor.
- Anonim. 2005. Tanaman hias menjanjikan masa depan gemilang. Bali Post. <http://www.balipost.com/redaksi-balipost.htm> [5 September 2007].
- Paimin, F.B. dan Murhananto. 1999. Budidaya, Pengolahan, dan Perdagangan Jahe. 9. Penebar Swadaya. Jakarta. 116 hlm.
- Poespodarsono, S. 1988. Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman. Pusat Antar Universitas IPB. Bogor. 169hal
- Rismunandar. 1988. Rempah-Rempah Komoditi Ekspor Indonesia. Sinar Baru. Bandung. 119hlm.
- Sastrapradja, S. dan H. Aminah. 1970. Factors affecting fruit production in *Curcuma* species. *Annales Bogorienses*. 5 (2) : 99 – 104.
- Whittemore, A. T. Flora of America. FNA 22: 217. http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=1 [14 September 2007].

