

Keragaman Genetik Bawang Merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) Berdasarkan Marka Morfologi dan Molekuler

Genetic Diversity of Shallot (Allium cepa var. aggregatum) Based on Morphology and Molecular Markers

Erviana Eka Pratiwi¹, Diny Dinarti², dan Awang Maharijaya^{2,3*}

Diterima 30 Juli 2018/Disetujui 07 Januari 2020

ABSTRACT

Shallot (Allium cepa var. aggregatum) in Indonesia are commonly vegetative propagated, but the scattered shallots are so diverse that they are suspected of having high genetic diversity. This study aimed to identify morphological diversity using 21 characters of shallot and molecular diversity using RAPD markers. The results showed that morphological characters divided 40 shallot genotypes into two main groups at a dissimilarity coefficient of 0.59 i.e group A (38 genotypes) and group B (2 genotypes), while morphological analysis based on 14 morphological characters of bulbs showed two main groups at 0.50 dissimilarity coefficient i.e group A and group B, consisted of 36 and 4 genotypes, respectively. Based on molecular markers, there were two main groups at 0.41 dissimilarity coefficient i.e. group A (3 genotypes) and group B (37 genotypes). RAPD markers generated 229 DNA polymorphic band with a total of 100%, and the informative primers were SBN2, OPE11, and SBN9. The clustering of 40 genotypes in this study did not relate to geographic origin. The genotypes of BM12, BM19, BM78, and BM01 have long leaf size, largest size and bulb diameter, and having dark of skin base color dry bulb intensity. BM63 and BM24 have erect foliage attitude, medium leaf length, medium size and bulb diameter. These potential genotypes can be developed to improve shallot varieties in Indonesia.

Keywords: dissimilarity coefficient, genotype, informative primers, RAPD

ABSTRAK

Bawang merah di Indonesia pada umumnya diperbanyak secara vegetatif, tetapi bawang merah yang tersebar tersebut beragam bentuknya sehingga diduga memiliki keragaman genetik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keragaman morfologi menggunakan 21 karakter bawang merah serta keragaman molekuler menggunakan penanda RAPD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter morfologi membagi 40 genotipe bawang merah menjadi 2 kelompok utama pada koefisien ketidakmiripan 0.59 yaitu kelompok A (38 genotipe) dan B (2 genotipe), sedangkan analisis morfologi berdasarkan 14 karakter morfologi umbi menunjukkan adanya dua kelompok utama pada koefisien ketidakmiripan 0.50 yaitu kelompok A dan B, masing-masing terdiri atas 36 dan 4 genotipe. Analisis berdasarkan penanda molekuler menunjukkan dua kelompok utama pada koefisien ketidakmiripan 0.41 yaitu kelompok A (3 genotipe) dan B (37 genotipe). Marka RAPD menghasilkan 229 pita polimorfik DNA dengan total 100% dan primer informatif adalah SBN2, OPE11 dan SBN9. Pengelompokan dari 40 genotipe dalam penelitian ini tidak berhubungan dengan asal geografis bawang merah tersebut. Genotipe BM12, BM19, BM78 dan BM01 memiliki ukuran daun yang panjang, ukuran dan diameter umbi besar dan memiliki intensitas warna dasar kulit umbi kering yang gelap. BM63 dan BM24 memiliki perilaku daun yang tegak, panjang daun sedang, ukuran dan diameter umbi sedang. Genotipe potensial ini dapat dikembangkan untuk meningkatkan varietas bawang merah di Indonesia.

Kata kunci: genotipe, koefisien ketidakmiripan, RAPD, primer informatif

¹Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

³Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT)
Jl. Raya Padjajaran, Kampus IPB Baranangsiang, Bogor 16141, Indonesia
E-mail : awang.maharijaya@gmail.com (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Bawang merah termasuk komoditas jenis sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi, ditinjau dari sisi pemenuhan konsumsi nasional, sumber penghasilan petani maupun potensinya sebagai penghasil devisa negara (BPS, 2015). Menurut Fattarusso *et al.* (2002) umbi bawang merah mengandung senyawa yang berperan sebagai antibiotik dan dapat menambahkan nilai cita rasa dalam masakan. Bawang merah banyak digunakan sebagai bahan penguat atau penyedap rasa pada produk olahan makanan sehingga menjadikan Indonesia sebagai salah satu produsen dan konsumen bawang merah terbesar di dunia. Permintaan bawang merah Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Hal ini dapat dilihat dengan luas panen bawang merah Indonesia dari 122 126 ha pada 2015 menjadi 149 635 ha pada 2016 dengan produksi sebesar 1 229 184 ton pada tahun 2015 menjadi 1 446 860 ton pada tahun 2016 (BPS, 2017; Dirjen Hortikultura, 2017).

Perbanyakan bawang merah umumnya dilakukan secara vegetatif menggunakan umbi. Bawang merah yang diperbanyak secara vegetatif akan menghasilkan karakter yang sama dengan tetuanya. Bawang merah yang tersebar di Indonesia diduga memiliki tingkat keragaman yang tinggi. Pengetahuan keragaman genetik sangat penting dalam program pemuliaan, karena hal ini merupakan dasar dalam pengembangan tanaman selanjutnya. Eksplorasi dan identifikasi merupakan kegiatan utama dalam program pemuliaan dengan cara mengumpulkan dan mengoleksi semua sumber keragaman genetik yang tersedia. Kemudian dilanjutkan dengan karakterisasi semua sifat yang dimiliki pada sumber keragaman genetik yang dapat dijadikan sebagai informasi dasar untuk melanjutkan program pemuliaan.

Menurut Handayani dan Ismadi (2017) tingkat kekerabatan tanaman dapat diprediksi dari keragaman morfologi dan sifat buahnya berdasarkan nilai koefisien kemiripan tanaman satu sama lain. Semakin tinggi nilai kemiripan tanaman maka semakin tinggi tingkat kekerabatan dekatnya.

Marka morfologi dapat diukur secara visual berdasarkan karakter kualitatif yang dimiliki tanaman seperti bentuk dan warna daun, bunga, polong dan biji, dimana karakter tersebut dikendalikan oleh gen sederhana dan sedikit dipengaruhi faktor lingkungan (Syukur *et al.*, 2012). Marka molekuler yang bisa digunakan untuk mendeteksi keragaman genetik salah satunya *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). RAPD telah digunakan dalam menduga keragaman genetik pada spesies *Allium* di berbagai negara. Menurut Mukherjee *et al.* (2013) marka RAPD dapat digunakan sebagai studi filogenetik intraspesifik serta digunakan untuk karakterisasi kultivar yang berbeda pada spesies *Allium*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman morfologi serta molekuler yang terdapat pada 40 genotipe bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2016 sampai Januari 2017. Penanaman dilakukan di Kebun Percobaan Pasir Sarongge, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. Analisis molekuler dilakukan di Laboratorium Pusat Kajian Hortikultura Tropika IPB.

Analisis Keragaman Morfologi Bawang Merah

Percobaan ini menggunakan 40 genotipe bawang merah koleksi PKHT-IPB (Tabel 1). Bahan penelitian ini disusun menggunakan metode deskriptif berdasarkan *purposive sampling* (pengambilan sampel dilakukan secara sengaja dengan menetapkan karakteristik tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian) dimana setiap genotipe terdiri dari 5 ulangan. Pengamatan dilakukan pada karakter kualitatif (Tabel 1) mengikuti karakterisasi dari Panduan Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian (PPVT) bawang merah (PPVT, 2013) dan mengacu pada *calibration book onion and shallot* (Naktuinbouw, 2010).

Tabel 1. Karakter morfologi tajuk dan umbi 40 genotype bawang merah

No	Kode genotype	Asal genotype	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
1	BM401*	Batu Ijo	7	2	7	7	5	7	7	7	1	7	7	5	5	8	3	1	5	3	6	7	6
2	BM402*	Bima Brebes	5	2	3	5	5	5	3	3	5	5	3	5	3	7	4	3	5	3	6	5	6
3	BM403*	Biru Lancor	7	2	1	5	3	5	5	5	5	5	5	7	5	7	5	3	5	3	6	5	6
4	BM405*	Ilokos	7	2	3	7	5	3	7	7	5	7	7	5	5	7	4	4	5	3	6	7	6
5	BM406*	Keta Mameca	5	1	1	5	3	7	5	3	5	7	3	3	3	3	5	3	5	2	5	5	4
6	BM407*	Lempah Pah	5	1	1	3	3	5	5	5	5	5	3	7	3	4	5	3	5	3	5	5	4
7	BM409*	Rubaru	5	1	1	3	3	5	5	3	3	3	3	7	5	2	6	4	3	3	6	5	6
8	BM410*	Sembarani	7	2	7	7	5	3	7	5	5	5	5	5	5	7	4	3	5	3	5	5	5
9	BM412*	Super Philip	7	2	1	5	3	5	7	7	5	5	7	3	3	8	3	3	5	3	6	7	6
10	BM414*	Trisula	7	1	1	5	3	3	3	3	5	5	3	5	3	3	5	4	5	3	7	3	8
11	BM418*	Bauji	5	2	1	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	3	6	4	5	2	6	5	6
12	BM419	Thailand	7	2	3	5	5	3	7	7	1	7	7	5	3	4	5	3	7	3	6	5	6
13	BM420	Vietnam G1	5	1	1	5	3	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4	3	5	3	6	5	6
14	BM421	Ngarjuk	5	3	3	7	3	5	3	5	5	5	5	3	3	4	4	3	5	3	6	5	6
15	BM422B	Vietnam G0	5	2	1	5	3	5	5	3	5	5	5	5	3	8	3	3	5	4	6	5	6
16	BM424	Bali Karat	7	2	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	5	3	6	5	6
17	BM425	Bentaris	7	1	1	5	3	5	7	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	3	6	7	6
18	BM426	Banteng	7	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	4	3	5	3	6	7	6
19	BM428	Vietnam G2	5	1	1	3	3	5	5	3	5	5	5	3	3	7	4	3	5	3	4	7	6
20	BM429	Tandayung	5	1	1	5	3	5	5	3	5	5	5	5	3	4	4	3	5	3	6	5	6
21	BM445	Sohol1	7	2	1	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	5	3	6	5	6
22	BM447	SULUT	7	1	3	5	5	5	7	5	1	5	7	5	5	8	4	3	5	3	6	7	6
23	BM456	Sumatera	5	2	1	5	3	5	5	5	5	5	5	5	3	8	4	3	5	3	6	7	6
24	BM457	Bukittinggi	5	1	3	5	5	3	5	5	1	5	5	5	3	8	4	3	5	3	6	7	6
25	BM458	Aceh	7	1	1	5	3	7	3	3	5	5	3	5	3	4	5	4	5	3	6	5	6
26	BM459*	Tajak	5	1	1	5	3	7	5	3	5	5	5	5	3	7	4	3	5	3	6	1	5
27	BM460*	Kaharu	5	1	1	5	3	7	5	3	5	5	5	5	3	4	4	3	3	3	6	5	6
28	BM462*	Maja Cipanas	7	1	3	5	3	7	3	3	5	5	5	5	3	4	4	3	3	3	6	7	6
29	BM463	Takengon	5	2	1	5	3	7	7	5	5	5	5	5	3	7	6	4	4	3	6	5	6
30	BM464*	Sarren	5	2	1	5	3	7	5	3	5	5	5	7	3	7	4	3	3	3	6	5	6
31	BM465*	Mentes	5	1	1	5	3	7	5	5	5	5	5	5	3	8	5	3	5	3	6	5	6
32	BM466	Lokal Aceh	7	2	3	5	3	5	5	3	5	5	3	5	3	3	6	4	5	3	6	7	6
33	BM467*	Pkatan	5	2	1	5	3	7	7	5	5	5	7	5	5	8	4	3	5	3	6	5	6
34	BM468*	Panasona	5	1	1	5	3	7	5	3	5	5	3	7	3	3	6	5	5	3	6	5	6
35	BM472	Warna Putih	5	2	1	5	3	3	5	3	5	5	3	5	3	3	6	5	5	3	1	7	2
36	BM474	Masado	5	1	1	5	3	5	5	3	5	5	5	5	3	7	3	3	5	3	6	5	6

Tabel 1. Lanjutan

No	Kode genotype	Asal genotype	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
37	BMF5	Soloik Pangrehgahan	5	1	1	5	3	5	5	7	5	7	7	5	3	8	4	3	5	3	6	5	6
38	BMF6	Semau NTT	7	1	1	3	3	7	3	5	5	5	5	5	3	7	5	3	5	3	6	5	6
39	BMF7	Bogor	5	1	1	7	3	5	5	5	5	5	5	3	5	4	4	4	5	3	6	7	6
40	BMF8	Cipanas	7	2	9	7	7	3	7	7	1	7	7	5	7	8	3	2	5	3	3	6	6

Keterangan : * = Varietas bawang merah terdaftar Kementerian RI (Dit. Perbenihan Hortikultura 2017); K1 = Panjang Daun - (5) sedang; (7) panjang; K2 = Perilaku Tajuk - (1) tegak; (2) tegak semi tegak; (3) semi tegak; K3 = Melunaknya Tajuk - (1) tidak ada atau sangat lemah; (3) lemah; (7) kuat; (9) sangat kuat; K4 = Intensitas Warna Hijau Daun - (3) terang; (5) sedang; (7) gelap; K5 = Kelengkapan Tajuk - (3) tidak ada atau sangat lemah; (5) sedang; (7) kuat; K6 = Jumlah daun pada batang semu - (3) sedikit; (5) sedang; (7) banyak; K7 = Diameter Daun - (3) kecil; (5) sedang; (7) besar; K8 = Ukuran Umbi - (3) kecil; (5) sedang; (7) besar; K9 = Tingkat membelah menjadi bagian-bagian umbi - (1) tidak ada atau sangat lemah; (5) sedang; K10 = Tinggi Umbi - (3) pendek; (5) sedang; (7) tinggi; K11 = Diameter Umbi - (3) kecil; (5) sedang; (7) besar; K12 = Posisi umbi pada diameter terluas - (3) ke arah ujung batang; (5) pertengahan; (7) ke arah ujung akar; K13 = Lebar Leher Umbi - (3) sempit; (5) sedang; (7) lebar; K14 = Bentuk Umbi Secara Menbujur - (2) oval sedang; (3) elips lebar; (4) bulat; (7) belah ketupat; (8) elips melintang sedang; K15 = Bentuk Umbi Pada Ujung Batang - (3) agak naik; (4) membulat; (5) agak miring; (6) sangat miring; K16 = Bentuk Umbi Pada Ujung Akar - (1) melengkung; (2) rata; (3) membulat; (4) agak runcing; (5) sangat runcing; K17 = Tingkat melekatnya kulit umbi kering setelah panen - (3) lemah; (5) sedang; (7) kuat; K18 = Ketebalan kulit umbi kering; (2) tipis; (3) tipis; (4) tipis ke sedang; K19 = Warna dasar kulit umbi kering - (1) putih; (4) kuning; (5) coklat; (6) merah muda; (7) merah; K20 = Intensitas warna dasar kulit umbi kering - (1) sangat terang; (3) terang; (5) sedang; (7) gelap; K21 = Corak warna kulit umbi kering - (2) keabuan; (4) kekuningan; (5) kecoklatan; (6) agak merah muda; (8) keunguan (PPVT 2013; Naktunboonw 2010).

Tabel 2. Rekapitulasi jumlah amplifikasi pita DNA 40 genotipe bawang merah pada 16 primer RAPD

No	Primer	Sekuens	Ukuran Pita (pb)	Jumlah Pita	Jumlah Pita Polimorfik
1	OPA17	GACCGCTTGT	>250 - 1500	15	15
2	SBH11	CTTCCGCAGT	250 - 1500	16	16
3	OPJ11	ACTCCTGCGA	<250 - <1000	10	10
4	SBH20	GGGAGACATC	<250 - >1500	12	12
5	OPE7	AGATGCAGCC	<500 - 1500	10	10
6	OPJ16	CTGCTTAGGG	250 - <1500	14	14
7	OPE11	GAGTCTCAGG	<250 - 1500	17	17
8	SBH9	TGTAGCTGGG	>250 - <1500	10	10
9	OPJ13	ACTCCTGCGA	250 - <1500	12	12
10	SBN2	ACCAGGGGCA	<250 - <1500	19	19
11	SBN3	GGTACTCCCC	>250 - >1500	16	16
12	SBN9	TGCCGGCTTG	250 - >2000	17	17
13	OPN6	GAGACGCACA	<250 - <2500	16	16
14	OPJ4	CCGAACACGG	<250 - 1000	15	15
15	SBH12	ACGCGAATGT	>250 - <1500	14	14
16	SOB1	AGATGCAGCCA	<500 - <2500	16	16
Total				229	229 (100%)

Data biner yang diperoleh dianalisis dan dikelompokkan menggunakan metode *Unweighted Pair Group Aritmatic Mean* (UPGMA) berdasarkan matrik DICE pada program R dengan paket *cluster*. Data hasil pengamatan morfologi dianalisis menggunakan perangkat lunak R dengan paket *cluster*. Genotipe dikelompokkan berdasarkan metode UPGMA berdasarkan matriks koefisien ketidakmiripan Gower. Analisis penggerombolan (*clustering*) dilakukan sebanyak dua kali. Analisis pertama dilakukan dengan menggunakan seluruh 21 karakter tanaman bawang merah. Analisis kedua hanya menggunakan karakter umbi yang berjumlah 14 karakter. Selanjutnya dilakukan perbandingan antar dua dendrogram. Perbandingan dilakukan untuk melihat pengaruh morfologi umbi terhadap keragaman bawang merah.

Analisis Keragaman Genetik Menggunakan Marka RAPD

Isolasi DNA genom menggunakan metode CTAB yang telah dimodifikasi (Mukherjee *et al.*, 2013). Percobaan menggunakan sampel daun bawang merah dengan berat 1 g dari masing-masing genotipe (dari sampel tanaman yang sama). Sampel daun digerus dengan bantuan pasir kuarsa dan polyvinylpyrrolidone (PVP) masing-masing 0.02 g dan 0.75 ml *buffer* ekstraksi CTAB (10% CTAB, 0.5 M EDTA, 1 M tris-

HCl pH 8.0 dan 0.2% β -mercaptoetanol). Selanjutnya tabung *ependorf* yang berisi sampel daun bawang merah tersebut diinkubasi dalam *waterbath* selama 60 menit, kemudian CIAA (chloroform : isoamilalkohol, 24:1) ditambahkan sebanyak 1x volume dan disentrifugasi dengan kecepatan 10 000 rpm selama 10 menit. Pita DNA yang telah diperoleh dilakukan pengujian kualitas pada gel agarose 0.8% dengan teknik elektroforesis dalam 1x buffer TAE (Tris Acetate EDTA) dengan tegangan 50 volt selama 15 menit. Pengamatan visualisasi kualitas pita DNA dilakukan dengan pewarnaan gel agarose menggunakan 1% larutan EtBr (Etidium Bromida) selama 10 menit dan diamati menggunakan UV *transilluminator*.

DNA 40 genotipe bawang merah diamplifikasi dengan 16 primer RAPD yang terseleksi (Tabel 2) menggunakan Biosystem 2720 *thermal cyler* dengan komposisi reaksi PCR (*Polymerase Chain Reaction*) sebagai berikut : DNA 3 μ l (20 ng/ μ l), primer 3 μ l (20 pmol/ μ l), PCR mix GoTag® Green Master Mix Promega 12.5 μ l dan *Nuclease-free water* 6.5 μ l sehingga volume akhir menjadi 25 μ l. Tahapan PCR meliputi denaturasi awal pada kondisi 94 °C selama 4 menit, dilanjutkan dengan 45 siklus yang terdiri dari denaturasi pada 94 °C selama 30 detik, penempelan primer (*annealing*) pada suhu 36 °C selama 1 menit dan extension pada 72 °C selama 1 menit serta diakhiri dengan final extension pada 72 °C selama 5 menit serta pendinginan pada suhu

4 °C. Produk PCR yang teramplifikasi dielektroforesis pada gel agarose dengan konsentrasi 1.4% dengan tegangan 50 volt selama 50 menit, selanjutnya gel agarose direndam dalam 1% larutan EtBr selama 10 menit.

Visualisasi pita DNA dilakukan dengan UV translumulator dan didokumentasikan menggunakan kamera digital. Pengamatan hasil amplifikasi PCR berupa pola pita DNA dengan ukuran tertentu berdasarkan tingkat migrasi yang sama. Pola pita DNA yang muncul diberi skoring dengan nilai 1 dan nilai 0 jika pola pita DNA tidak muncul, sehingga hasil pengamatan molekuler yang diperoleh berupa data biner.

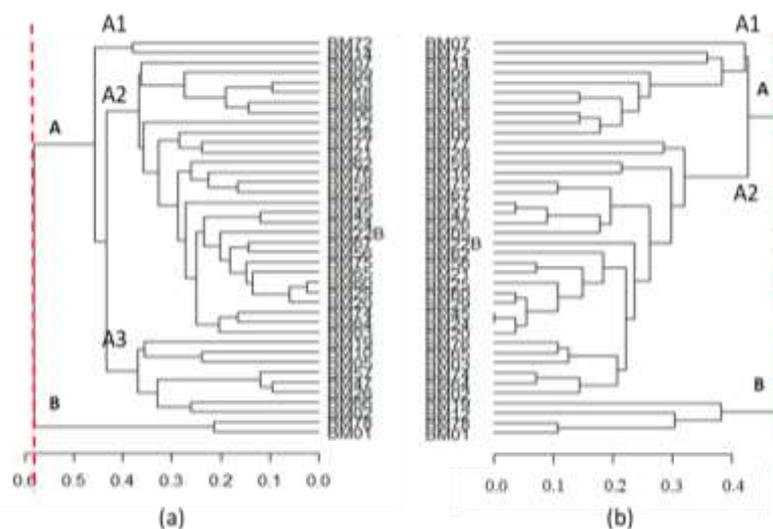
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Keragaman Morfologi Bawang Merah

Hasil analisis morfologi 40 genotipe bawang merah yang ditampilkan pada Gambar 1.a menunjukkan dendrogram dengan nilai koefisien ketidakmiripan sebesar 0.59. Pemotongan pada koefisien ketidakmiripan 59% membagi 40 genotipe bawang merah menjadi 2 kelompok utama yaitu kelompok A terdiri dari 38 genotipe dan B terdiri dari 2 genotipe. Karakter-karakter yang mempengaruhi pengelompokan pada kelompok A yaitu tidak ada kelunakan dan kelengkungan tajuk dan tingkat membelah bagian umbi sedang. Kelompok A memiliki tiga sub-kelompok,

yaitu sub-kelompok A1 terdiri dari genotipe BM72 dan BM14. Genotipe BM72 dan BM14 mengelompok berdasarkan karakter tidak ada kelunakan tajuk dan kelengkungan tajuk, memiliki intensitas hijau daun sedang serta ukuran dan diameter umbi kecil. Disamping itu genotipe ini juga memiliki kesamaan pada karakter tingkat membelah bagian-bagian umbi sedang, tinggi umbi sedang, posisi umbi diameter terluas pada bagian pertengahan dan umbi membujur berbentuk elips lebar.

Sub-kelompok A2 mengelompok berdasarkan karakter panjang daun berukuran sedang, perilaku tajuk tegak, tidak ada kelunakan tajuk dan kelengkungan tajuk, jumlah daun batang semu berjumlah sedang, tingkat membelah bagian umbi sedang dan tingkat melekat umbi setelah panen sedang. Genotipe pada kelompok ini terdiri dari BM07, BM09, BM63, BM18, BM68, BM06, BM12, BM28, BM77, BM21, BM62, BM76, BM58, BM25, BM59, BM45, BM24, BM22B, BM67, BM56, BM75, BM65, BM60, BM29, BM20, BM74, BM64 dan BM03. Genotipe pada sub-kelompok A3 mengelompok berdasarkan panjang daun berukuran panjang, perilaku tajuk tegak semi tegak, kelunakan tajuk lemah, kelengkungan tajuk sedang, tinggi umbi sedang, posisi umbi diameter terluas pada bagian pertengahan, memiliki lebar leher umbi sedang, bentuk umbi pada ujung akar membulat dan tingkat melekat umbi setelah panen sedang. Genotipe ini terdiri dari BM19, BM10, BM05, BM57, BM47, BM26, BM66 dan BM02.



Gambar 1. Dendrogram ketidakmiripan analisis kelompok berdasarkan (a) dua puluh satu karakter morfologi dan (b) empat belas karakter morfologi umbi

Kelompok B terdiri dari genotipe BM78 dan BM01, genotipe ini mengelompok berdasarkan panjang daun berukuran panjang, perilaku tajuk tegak semi tegak, intensitas daun berwarna gelap, diameter daun berukuran besar, ukuran dan diameter umbi besar, memiliki tinggi umbi yang tinggi, bentuk umbi membujur elips melintang sedang, bentuk umbi pada ujung batang agak naik.

Dendrogram pada Gambar 1.b menunjukkan koefisien ketidakmiripan sebesar 50% sehingga membagi 40 genotipe bawang merah kedalam dua kelompok utama yaitu kelompok A terdiri dari 36 genotipe dan kelompok B terdiri dari 4 genotipe. Kelompok A memiliki dua sub-kelompok. BM07, BM72, BM14, BM09, BM58, BM66, BM18, BM68, BM63 dan BM06 termasuk ke dalam sub-kelompok A1. Genotipe ini mengelompok berdasarkan ukuran dan diameter umbi kecil, bentuk umbi pada ujung batang sangat miring, bentuk umbi pada ujung akar agak runcing, intensitas warna kulit umbi kering yang sedang. Sub-kelompok A2 terdiri dari genotipe BM77, BM28, BM59, BM10, BM75, BM67, BM57, BM47, BM26, BM05, BM22B, BM62, BM56, BM21, BM25, BM60, BM29, BM45, BM24, BM20, BM76, BM65, BM03, BM74, BM64 dan BM02 yang mengelompok berdasarkan karakter ukuran dan diameter umbi sedang, bentuk umbi pada ujung batang dan ujung akar membulat. Tingkat membelah bagian umbi dan tinggi umbi merupakan karakter yang mempengaruhi pengelompokan genotipe pada kelompok A.

Kelompok B terdiri dari genotipe BM19, BM12, BM78 dan BM01. Pengelompokan genotipe ini berdasarkan ukuran umbi dan diameter umbi berukuran besar, memiliki tinggi umbi yang tinggi, posisi umbi pada diameter terluas pada bagian pertengahan, bentuk umbi membujur elips melintang sedang, bentuk umbi pada ujung batang agak naik, bentuk umbi pada ujung akar membulat, tingkat melekat kulit umbi kering setelah panen sedang dan intensitas warna kulit umbi kering berwarna gelap.

Perbandingan antara kedua dendrogram (a dan b) pada Gambar 1, terdapat perbedaan pola pengelompokan pada kelompok A dan B. Pada dendrogram 1(a) genotipe BM72 dan BM14 mengelompok sendiri pada sub-kelompok A1 berdasarkan karakter tajuk seperti kelunakan dan kelengkungan tajuk serta intensitas hijau daun, sedangkan pada dendrogram 1(b) BM72 dan BM14

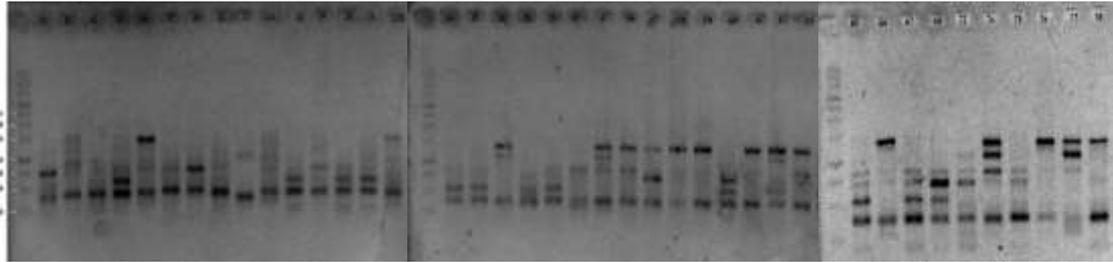
mengelompok dengan genotipe BM07, BM09, BM58, BM66, BM18, BM68, BM63 dan BM06 lebih dipengaruhi oleh ukuran, diameter, bentuk serta intensitas warna umbi. Kelompok B pada dendrogram a terdiri dari BM78 dan BM01, diduga pengelompokan genotipe ini lebih dipengaruhi oleh karakter panjang daun, diameter daun, intensitas warna daun dan perilaku tajuk. Sedangkan dendrogram b terdiri dari BM19, BM12, BM78 dan BM01 yang mengelompok berdasarkan ukuran, bentuk dan intensitas warna umbi pada bawang merah. Varga *et al.* (2013) mendapatkan analisis karakter utama dari 30 genotipe bawang merah yang diamati bahwa karakter warna umbi dan bentuk umbi dapat memisahkan populasi dan kultivar menjadi dua kelompok.

Analisis Keragaman Genetik Menggunakan Marka RAPD

Amplifikasi primer terhadap 40 genotipe bawang merah menghasilkan 229 pola pita dengan persentase pita polimorfik 100% (Tabel 2). Primer SBN2 menghasilkan jumlah pita terbanyak dengan jumlah 19 pita polimorfik (Gambar 2), sedangkan primer yang menghasilkan pola pita polimorfik paling sedikit adalah primer OPJ11, OPE7 dan SBH9 dengan jumlah masing-masing 10 pita polimorfik.

Hasil analisis 40 genotipe bawang merah berdasarkan penanda molekuler menunjukkan koefisien ketidakmiripan sebesar 41% (Gambar 3) sehingga membagi genotipe bawang merah kedalam dua kelompok utama yaitu kelompok A terdiri dari 3 genotipe dan kelompok B terdiri dari 37 genotipe. Genotipe BM12, BM09 dan BM07 pada kelompok A, menghasilkan pita pada primer OPJ11 (<500 pb), OPJ16 (>250 pb dan <750 pb), OPE11 (>500 pb dan >1000 pb) dan SBN3 (>250 pb).

Kelompok B memiliki 3 sub-kelompok yaitu B1 terdiri dari : BM74, BM72, BM68, BM67, BM77, BM78, BM76, BM75, BM66 dan BM65 mengelompok berdasarkan primer SBH11 (250 pb), SBH20 (250 pb), OPE11 (750 pb), OPJ13 (>1000bp) dan SOB1 (1500bp). Sub-kelompok B2 terdiri dari BM64, BM63, BM62, BM60, BM59, BM58, BM57, BM56, BM47, BM45, BM29, BM28, BM26, BM25 dan BM24 BM65 mengelompok berdasarkan pita pada primer SBN3 (<750 pb, 1000 pb dan <1500 pb) dan OPN6 (>250bp dan >500 pb).



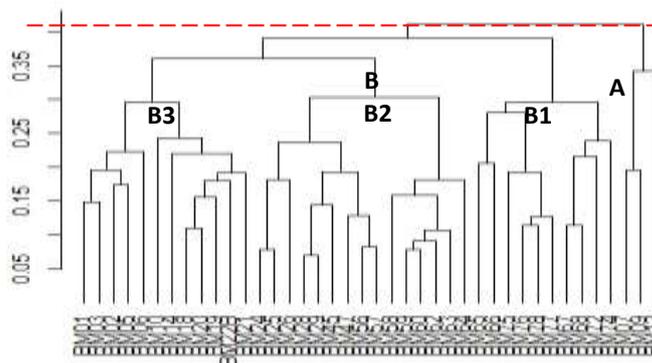
Gambar 2. Hasil amplifikasi primer SBH11. Genotipe 01 (BM01), 02 (BM02), 03 (BM03), 05 (BM05), 06 (BM06), 07 (BM07), 09 (BM09), 10 (BM10), 12 (BM12), 14 (BM14), 18 (BM18), 19 (BM19), 20 (BM20), 21 (BM21), 22B (BM22B), 24 (BM24), 25 (BM25), 26 (BM26), 28 (BM28), 29 (BM29), 45 (BM45), 47 (BM47), 56 (BM56), 57 (BM57), 58 (BM58), 59 (BM59), 60 (BM60), 62 (BM62), 63 (BM63), 64 (BM64), 65 (BM65), 66 (BM66), 67 (BM67), 68 (BM68), 72 (BM72), 74 (BM74), 75 (BM75), 76 (BM76), 77 (BM77) dan 78 (BM78).

Sub-kelompok B3 terdiri dari: BM21, BM22B, BM19, BM20, BM18, BM14, BM10, BM06, BM05, BM02, BM03 dan BM01 mengelompok berdasarkan pita pada primer OPE7 (750 pb dan >1000 pb). Hal ini menunjukkan penanda molekuler dapat menduga keragaman pada 40 genotipe bawang merah di Indonesia berdasarkan 229 lokus RAPD.

Tingkat polimorfisme sebesar 100% dapat mengindikasikan keragaman genetik yang tinggi dalam genotipe bawang putih menggunakan 19 primer RAPD (Sharma *et al.* 2016). Maniruzzaman *et al.* (2010) pada 10 kultivar bawang Bangladesh yang dievaluasi keragamannya menggunakan 12 primer RAPD, menghasilkan 168 pita polimorfik dan dendrogram yang dihasilkan menunjukkan bahwa semua kultivar saling keterkaitan. Sangeeta *et al.* (2006) menjelaskan 10 primer RAPD yang digunakan dapat menghasilkan keragaman genetik yang tinggi diantara 24 kultivar bawang India berhari pendek.

Terdapat perbedaan pola pengelompokan genotipe antara karakter morfologi dan

penanda molekuler (Gambar 1 dan Gambar 3) dan pengelompokan 40 genotipe dalam penelitian ini tidak dipengaruhi dari asal geografis. Genotipe BM12 merupakan varietas introduksi asal Philipina yang mengelompok dengan BM09 varietas lokal asal Sumenep dan BM07 asal Palu, begitu juga dengan sub-kelompok B3 genotipe yang sudah dilepas menjadi varietas lokal mengelompok dengan genotipe introduksi asal Thailand dan Vietnam. Hal yang sama pada sub-kelompok B2 pada genotipe BM56 dan BM57 asal Sumatera mengelompok dengan genotipe BM47 asal Sulawesi. Perbedaan pola pengelompokan karakter morfologi dan marka RAPD juga ditemukan pada bawang Persia dalam penelitian Ebrahimi *et al.* (2009), hal serupa pada Arifin *et al.* (2000) mendapatkan pola pengelompokan 65 bawang merah asal Indonesia dan Jepang tidak berdasarkan asal geografi dengan menggunakan 12 primer RAPD. Sari *et al.* (2017) menyatakan pengelompokan 34 genotipe bawang merah menggunakan marka morfologi dan marka ISSR tidak berhubungan dengan asal geografi.



Gambar 3. Dendrogram ketidakmiripan analisis karakter molekuler (DNA) pada 40 genotipe bawang merah

KESIMPULAN

Analisis keragaman morfologi bawang merah berdasarkan 21 karakter morfologi menunjukkan koefisien ketidakmiripan sebesar 59%, sedangkan analisis morfologi berdasarkan 14 karakter morfologi umbi menunjukkan koefisien ketidakmiripan sebesar 50%. Analisis berdasarkan penanda RAPD menunjukkan adanya dua kelompok utama pada koefisien ketidakmiripan sebesar 41%. Genotipe BM12, BM19, BM78 dan BM01 memiliki ukuran daun yang panjang, ukuran dan diameter umbi besar dan memiliki intensitas warna yang gelap. Genotipe BM63 dan BM24 memiliki perilaku tajuk tegak, panjang daun sedang, ukuran dan diameter umbi sedang. Genotipe tersebut potensial dikembangkan untuk perbaikan varietas bawang merah di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT), Institut Pertanian Bogor yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, N.S., Y. Ozaki, H. Okubo. 2000. Genetic diversity in Indonesian shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) and *Allium* x wakegi revealed by RAPD markers and origin of *Allium* x wakegi identified by RFLP analysis of amplified chloroplast gene. *Euphytica*. 111:23-31.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. Distribusi Perdagangan Komoditas Bawang Merah Indonesia 2015. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Produksi tanaman sayuran bawang merah tahun 2014. <https://www.bps.go.id/site/resultTab>. [10 September 2017].
- [Dirjen Hortikultura] Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. Produksi, luas panen dan produktivitas sayuran di Indonesia. <http://www.pertanian.go.id/appages/mod/datahorti>. [10 September 2017].
- [Dit. Perbenihan Hortikultura] Direktorat Perbenihan Hortikultura. 2017. Database varietas terdaftar hortikultura. <http://varitas.net/dbvarietas/cari.php?type=jenis&q=bawang+merah&Submit=S+E+A+R+C+H>. [10 Januari 2018].
- Ebrahimi, R., Z. Zamani, A. Kashi. 2009. Genetic diversity evaluation of wild Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) using morphological and RAPD markers. *Sci. Hort.* 119:345-351.
- Fattorusso, E., M. Iorizzi, V. Lanzotti, O. Tagliatalata-Scafati. 2002. Chemical composition of shallot (*Allium ascalonicum* Hort.). *J. Agric. Food Chem.* 50:5686-5690.
- Handayani, R.S., Ismadi. 2017. Analisis keragaman kualitas buah durian unggulan Aceh Utara. *J. Hort Indonesia*. 8(3):147-154.
- Maniruzzaman, M.E. Haque, M.M. Haque, M.A. Sayem, M. Al-Amin. 2010. Molecular characterization of onion (*Allium cepa*) using RAPD markers. *Bangladesh J. Agril. Res.* 35(2):313-322.
- Mukherjee, A., B. Sikdar, B. Ghosh, A. Banerjee, E. Ghosh, M. Bhattacharya, S.C. Roy. 2013. RAPD and ISSR analysis of some economically important species, varieties and the genus *Allium* (*Alliaceae*). *Turk. J. Bot.* 37:605-618.
- Naktuinbouw. 2010. Calibration book onion and shallot. <https://www.naktuinbouw.nl/sites/default/files/Onion%20%26%20shallot%20calibration%20book.pdf> [01 April 2016].
- [PPVT] Panduan Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian. 2013. Panduan Pelaksanaan Uji, Kebaruan, Keunikan, Keseragaman dan Kestabilan Bawang Merah. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 1-20.

- Sangeeta, K.M., G.R. Veere, L. Anand. 2006. Analysis of genetic diversity among Indian short-day onion (*Allium cepa* L.) cultivars using RAPD markers. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 81(4):774-777.
- Sari, V., Miftahudin, Sobir. 2017. Keragaman genetik bawang merah (*Allium cepa* L.) berdasarkan marka morfologi dan ISSR. *J. Agron. Indonesia.* 45(2): 176-182.
- Sharma, V.R., K. Omotayo, K. Nagaraju, S. Malik, M. Kumar, A. Sirohi. 2016. Assessment of genetic diversity in garlic genotypes based on morphoagronomic traits and RAPD markers. *Inter. J. of Bio-resource and Stress Management.* 7(6spl): s006-s016.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yuniarti. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Bogor.
- Varga, J.G., M. Vasic, J. Cervenski, A. Petrovic, D. Moravcevic. 2013. Phenotypic diversity of basic characteristic of genotypes from the Serbia onion collection. *Genetika.* 45(1):101-108.