

PEMILIHAN POHON INDUK PALA PADA KOLEKSI PLASMA NUTFAH DI KEBUN PERCOBAAN CICURUG SUKABUMI

*Selection of Nutmeg Mother Trees In The Germplasm Collection at
Cicurug Experimental Station Sukabumi*

Nurliani Bermawie, Ma'mun, Susi Purwiyanti, dan Wawan Lukman

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima: 19 Desember 2017

Direvisi: 9 Maret 2018

Disetujui: 21 Mei 2018

Kata kunci:

Myristica sp.; mutu; plasma
nutfah; produksi buah;
seleksi

Key words:

Myristica sp.; fruit yield;
germplasm; quality; selection

ABSTRAK/ABSTRACT

Pala merupakan tanaman rempah asli Indonesia. Pengembangan pala semakin meluas, yang menyebabkan permintaan benih pala semakin meningkat, sehingga diperlukan sumber benih bermutu. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi jenis kelamin, karakter morfologi, hasil dan mutu untuk direkomendasikan sebagai sumber benih bermutu. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP.) Cicurug, Kabupaten Sukabumi (550 m dpl). Observasi dilakukan pada jenis kelamin tanaman, dan hasil per pohon selama sembilan tahun panen mulai tahun 2007-2015. Mutu dianalisis pada tiap aksesori terpilih menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectra* (GC-MS). Hasil observasi jenis kelamin, 152 aksesori (34,7 %) berjenis kelamin jantan murni, 83 aksesori (18,9 %) jantan biseksual dan 203 aksesori (46 %) betina murni. Berdasarkan hasil buah, dari 203 tanaman pala betina, dipilih 20 aksesori yang menghasilkan jumlah buah yang tinggi dengan potensi produksi buah >2.500 butir per pohon per tahun. Hasil analisis GC-MS menunjukkan jumlah senyawa yang teridentifikasi terdiri dari 18-30 senyawa dengan komponen utama α -pinene, β -pinene, sabinen, limonene, 4-terpineol, safrol, elemicin dan myristisin. Dari 20 aksesori terpilih, semua aksesori memenuhi standar mutu pada kadar minyak atsiri, limonene dan elemicin, tetapi hanya lima aksesori yang memenuhi standar pada kadar α -pinene, dua aksesori untuk kadar β -pinene, lima aksesori untuk kadar sabinen, 18 aksesori pada kadar 4-terpineol, 13 pada kadar safrol, dan 11 aksesori yang memenuhi standar pada kadar miristisin. Tiga aksesori terpilih, yaitu Botol 122, Irian 112 dan Kupal 139, memenuhi sembilan dari sepuluh parameter mutu, aksesori lainnya memenuhi delapan sampai empat parameter mutu. Aksesori yang memenuhi kriteria produksi buah layak direkomendasikan sebagai sumber benih bermutu.

Nutmeg has been known as native spices to Indonesia. The widespread cultivation of nutmeg cause the high demand for nutmeg seeds, hence the source of quality seeds is needed. The purpose of this study was to evaluate sex, morphological characters, yield and quality to be recommended as source of quality seeds. The research was conducted at Cicurug Experimental Station, Sukabumi (550 m asl). The parameters observed were the sex of trees, and yield per tree harvested for nine years from 2007-2015. The quality was analyzed using Gas Chromatography Mass Spectra (GC-MS). The sex of the trees observations resulted 152 accessions (34.7 %) were pure males, 83 accessions (18.9 %) bisexual males and 203 accessions (46 %) pure females. Based on fruit yield, from 203 female nutmeg trees, 20 accessions produced high fruit yield >2,500 fruits/tree/year. GC-MS analysis showed the number of identified compounds were 18-30 compounds with the main components were α -pinene, β -pinene, sabinene, limonene, 4-terpineol, safrol, elemicin and myristicin. The 20 selected accessions met the quality standards for the essential oil, limonene and elemicin levels, but only five accessions met the standard quality for α -pinene, two accessions for β -pinene, five accessions for sabinen, 18 accessions for 4-terpineol, 13 on safrol, and 11 accessions for myristicin levels. Tree selected

* Alamat Korespondensi : nurliani.bermawie@gmail.com

accessions Botol 122, Irian 112 and Kupal 139 fulfilled nine out of ten quality parameters, whereas other accessions only fulfilled eight to four quality parameters. Accessions that achieved the criteria of fruit production should be recommended as source of quality seeds.

PENDAHULUAN

Tanaman pala (*Myristica fragrans* Houtt.) merupakan tanaman asli Indonesia (De Guzman dan Siemonsma 1999; Sasikumar *et al.* 1999). Sumberdaya genetik pala yang besar ditemukan di Kepulauan Maluku, Maluku Utara, terutama di Pulau Banda dan Siau (Sangihe Talaud) Sulawesi Utara, serta Papua (Hadad dan Hamid 1990; Arrijani 2005; Anandaraj *et al.* 2005; Krishnamoorthy 2011). Sekalipun pala merupakan tanaman asli Maluku dan Ternate (Maluku Utara) tetapi jarang ditemukan jenis liar (Marcelle 1995). Dari 40 jenis *Myristica*, 34 jenis endemik ditemukan di New Guinea (Indonesia), sehingga Indonesia ditetapkan sebagai pusat asal (*centre of origin*) dari genus *Myristica* (Marcelle 1995; Purseglove *et al.* 1981; Weiss 2002).

Di Maluku ditemukan beberapa jenis pala, antara lain (1) *M. succedanea* Reinw., yang biasa disebut juga sebagai pala Maba, jenis ini ditemukan di Halmahera, dan di Ternate disebut sebagai pala Patani, (Nurdjannah 2007; Wahyuni *et al.* 2016; Soenarsih *et al.* 2012); (2) *M. speciosa* Warb. dikenal dengan nama pala Bacan atau pala hutan, (3) *M. schefferi* Warb. biasa disebut juga sebagai pala Onin atau Gosoriwonin, ditemukan di Papua (Nurdjannah 2007); (4) *M. fragrans* Houtt. dikenal dengan nama pala Banda, (5) *M. fatua* Houtt, sering dinamakan sebagai pala Laki-laki atau pala Fuker (Banda) atau pala hutan (Ambon), (6) *M. argentea* Warb. dikenal dengan nama pala Irian atau pala Papua, (7) *M. tingens* Blume biasa disebut juga sebagai pala Tertia dan (8) *M. sylvetris* Houtt. dikenal dengan nama pala Burung atau pala Mendaya (Bacan) atau pala Anan (Ternate) (ILO 2011; Ruhnayat dan Martini 2015).

Empat jenis pala yang dikenal dalam perdagangan, yaitu *M. fragrans* Houtt., *M. argentea* Warb., *M. succedanea* Reinw., dan *M. malabarica* Lam., tetapi pala Banda (*M. fragrans* Houtt.) merupakan jenis yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia maupun di dunia, karena kandungan minyaknya dan

myristisinnya paling tinggi. Jenis pala lain yang juga terdapat di Indonesia adalah *M. guatteriifolia* A. DC, *M. hollrungii* Warb. dan *M. iners* Blume (Dodo 2015), tetapi belum banyak dimanfaatkan.

Produk utama pala adalah fuli dan minyak atsiri untuk aromaterapi dan bahan industri parfum, daging buah sebagai bahan makanan dan minuman, dan biji kering sebagai bahan rempah. Indonesia merupakan salah satu produsen pala utama dunia selain Grenada. Penganekaragaman produk pala menyebabkan permintaan pala semakin meningkat. Namun adanya serangan hama penggerek batang (*Batocera hercules*) menyebabkan areal pertanaman pala di beberapa sentra produksi semakin menurun.

Menurut Kalay *et al.* (2015) serangan hama penggerek batang telah menyebar ke berbagai daerah sentra produksi pala di Jawa, Sulawesi dan Ambon. Di beberapa daerah sentra pala, tingkat serangan hama penggerek batang dapat mencapai 15-40 %, dan pada intensitas serangan berat dapat mengakibatkan tanaman mati (Ditjenbun 2009). Intensitas serangan di Sulawesi Utara 17-24 % dan dapat menurunkan produksi pala sampai 24 % (Harni 2011). Di Aceh Selatan tanaman pala terserang hama penggerek batang dapat mencapai lebih dari 46 % (Muttaqin 2010), akibatnya luas areal tanaman pala yang pada tahun 1994 mencapai 11.245 ha dengan produksi 8.647 ton, menurun menjadi 1.402 ha dengan produksi 3.710 ton (Dishutbun Aceh Selatan 2003). Di Maluku serangan hama penggerek batang banyak menyerang di Kabupaten Seram bagian Timur, dan menyebabkan gagal panen (Patty 2013; Dinas Pertanian Propinsi Maluku 2013). Serangan hama penggerek batang di salah satu daerah pengembangan pala di Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara dapat mencapai 60 % (Mamonto *et al.* 2018).

Untuk meningkatkan produktivitas pala nasional maupun merehabilitasi tanaman yang rusak diperlukan benih bermutu. Sumber benih bermutu terdiri dari enam varietas yang sumber benihnya berada di Maluku (Banda 1), di Maluku

Utara (Tidore 1, Tobelo 1, Ternate 1, Makian) dan di Papua (varietas unggul pala Fakfak). Varietas tersebut merupakan varietas unggul yang dipilih dari blok penghasil tinggi hasil seleksi populasi di daerah asal, sehingga untuk pengembangan pala di daerah lain khususnya Jawa, harga benih menjadi tinggi karena biaya transportasi benihnya tinggi.

Jawa Barat merupakan salah satu sentra pala di Indonesia dengan luas areal 6.253 ha, yang meliputi wilayah Bogor (1.696 ha), Sukabumi (1.476 ha), Tasikmalaya (799 ha), Kuningan (737 ha), Ciamis (639 ha), dan Purwakarta (184 ha) (Direktorat Jenderal Perkebunan 2015). Minat masyarakat menanam pala cukup tinggi sehingga diperlukan sumber benih unggul. Hal ini didukung oleh program pemerintah daerah yang menginginkan Jawa Barat memiliki sumber benih pala di Jawa Barat sejak tahun 2014 (Bermawie *et al.* 2014). Sampai saat ini belum ada sumber benih unggul pala di Jawa Barat. Untuk mendukung pengembangan pala, diperlukan sumber benih yang mudah diakses di daerah pengembangan khususnya di Jawa Barat.

Di Kebun Percobaan Cicurug (KP. Cicurug), Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat terdapat kebun koleksi plasma nutfah pala hasil pengumpulan dari berbagai daerah. Agar plasma nutfah dapat dimanfaatkan dalam program penyediaan benih maka perlu diketahui potensi sifat-sifat unggulnya antara lain produktivitas dan mutunya.

Produktivitas pala sangat dipengaruhi oleh jenis kelamin tanaman. Tanaman pala termasuk tanaman berumah dua (*dioecious*, tanaman dengan bunga jantan dan bunga betina terletak pada tanaman yang berbeda), tetapi ditemukan juga tanaman biseksual (*monoecious*, yaitu tanaman yang memiliki bunga jantan dan bunga betina) (Flach 1966; Sharma dan Armstrong 2013). Flach (1966) mengelompokkan tanaman pala menjadi tiga, berdasarkan jenis bunga menjadi betina murni (tanaman yang hanya memiliki bunga betina), jantan murni (tanaman yang hanya memiliki bunga jantan) dan biseksual. Kelompok biseksual dapat dibagi lagi menjadi biseksual betina (*monoecious* dengan proporsi bunga betina lebih dominan), biseksual (*monoecious*, perbandingan jumlah bunga betina dan jantan hampir sama) dan biseksual jantan (*monoecious* dengan proporsi

bunga jantan lebih dominan). Selain tanaman jantan, betina dan *monoecious* (Flach 1966), Soernasih *et al.* (2012) juga menemukan tanaman pala *trimonoecious* (tanaman pala yang mempunyai bunga jantan, bunga betina dan bunga hermaphrodit dalam satu tanaman). Oleh sebab itu, untuk mengetahui potensi hasil setiap aksesori, perlu dilakukan observasi jenis kelamin tanaman. Tujuan penelitian ini adalah mengobservasi jenis kelamin, karakter morfologi, hasil dan mutu tanaman pala. Tanaman yang memenuhi kriteria berdasarkan standar akan direkomendasikan sebagai sumber benih bermutu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di KP. Cicurug, Sukabumi, Jawa Barat (550 m dpl). Materi genetik yang digunakan merupakan koleksi plasma nutfah milik Balitro yang telah ditanam sejak tahun 1992 dan 1994, berjumlah 438 aksesori yang berasal dari 39 daerah asal, yang sebagian besar merupakan aksesori dari jenis *M. fragrans* Houtt. Jumlah aksesori yang diperoleh dari setiap daerah asal bervariasi mulai dari 1 sampai 62 (Tabel 1).

Observasi jenis kelamin

Observasi jenis kelamin dilakukan mengacu kepada kriteria jenis kelamin ditentukan berdasarkan jumlah buah yang dihasilkan (Soenarsih *et al.* 2012) yang dimodifikasi, yaitu: (1) jantan murni - tidak pernah berbuah sama sekali; (2) jantan biseksual (*monoecious* dominan jantan dengan sedikit bunga betina) - pernah berbuah atau mampu berbuah tetapi tidak setiap tahun dengan jumlah buah <500 buah/tanaman/tahun; (3) Betina termasuk betina biseksual (*monoecious* dominan betina dengan sedikit bunga jantan) - berbuah setiap tahun dan atau jumlah buah >500 buah/tanaman/tahun.

Observasi produksi buah

Produksi pada tanaman pala dinyatakan dalam jumlah buah per pohon per tahun. Jumlah buah seluruh tanaman betina diamati setiap tahunnya, sejak tahun 2007 sampai tahun 2015. Jumlah buah seluruh aksesori tanaman betina kemudian dikelompokkan menjadi enam kategori

mengacu kepada beberapa kriteria yang telah digunakan pada pemilihan pohon induk pala (Marzuki *et al.* 2008; Wahyuni *et al.* 2016) serta Kepmentan Nomor 320 Tahun 2015 (Kementerian Pertanian 2015), yaitu (1) amat sangat rendah (<1.000 buah/pohon/tahun), (2) sangat rendah (<2.000 buah/pohon/tahun), (3) rendah (<2.500 buah/pohon/tahun), (4) sedang (<3.000 buah/pohon/tahun), (5) tinggi (\geq 3.000 buah/pohon/tahun) dan (6) sangat tinggi (\geq 4.000 buah/pohon/tahun).

Observasi karakter morfologi buah, biji dan fuli

Karakter morfologi kuantitatif dan kualitatif buah, biji dan fuli diamati dari tanaman betina terpilih (tanaman yang menghasilkan buah dengan jumlah minimal 2.500 buah/tanaman/tahun), dan pada setiap aksesori diambil 20 sampel buah. Karakter morfologi kualitatif yang diamati secara deskriptif meliputi bentuk buah, bentuk biji, dan fuli. Bentuk buah pala diamati secara visual berdasarkan tingkat kebulatan buah dengan menggunakan standar kriteria bentuk buah (*Standard Chart*), yaitu: (a) bulat = mendekati bola (rasio diameter vertikal/horizontal=1), (b) oblong/lonjong = diameter vertikal >diameter horizontal.

Karakter morfologi kuantitatif pada aksesori terpilih diukur meliputi bobot buah, biji dan fuli, panjang buah, diameter buah, tebal daging buah, panjang biji, diameter biji. Ukuran buah, biji dan fuli selain sebagai karakter morfologi juga merupakan kriteria mutu pada pala. Namun untuk ukuran buah, belum ada acuan standar, sehingga pada penelitian ini ukuran standar mengacu kepada Robert *et al.* (2015) dan Rosyali (2016) yaitu: (1) buah yang berukuran kecil memiliki bobot kurang dari 40 g, (2) buah sedang memiliki bobot 41-60 g, dan (3) buah yang berukuran besar memiliki bobot lebih dari 60 g. Ukuran biji dikelompokkan berdasarkan Permentan (2012), sebagai berikut: (1) besar : 120 butir biji/kg (setara dengan 8,3 g per butir), (2) sedang : 150 biji/kg (setara dengan 6,7 g per butir), (3) kecil : 200 butir biji/kg (setara dengan 5 g per butir).

Analisis mutu

Analisis mutu pala (kadar air dan kadar minyak atsiri) dilakukan menggunakan metode standar yang dimodifikasi dan divalidasi oleh Laboratorium Uji Balitro. Parameter mutu yang diamati meliputi kadar air, kadar minyak atsiri, dan kadar komponen minyak atsiri. Sampel untuk analisis mutu diambil dari buah muda umur 4-5 bulan setelah inisiasi bunga, dicirikan dengan warna kulit biji putih sampai agak kecoklatan dan fuli berwarna putih diambil dari setiap aksesori terpilih.

Minyak atsiri diperoleh dengan cara menyuling biji pala kering. Biji pala kering digiling dan disaring sampai mendapatkan kehalusan 0,5 cm, kemudian ditimbang 1.000 g, dan dimasukkan ke dalam ketel suling. Proses penyulingan menggunakan cara kukus (*water and steam distillation*) selama \pm 12 jam. Minyak pala yang dihasilkan disaring menggunakan kertas saring hingga jernih, ditampung dalam gelas ukur dan diukur volumenya. Data mutu yang ditampilkan merupakan rata rata dari dua kali pengujian.

Analisis komponen dan kelimpahan (% area kurva) komponen minyak atsiri pala dilakukan di Laboratorium Pemerintah DKI, menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectra*) dengan instrument Agilent, dengan kondisi GC/MS: kolom 30 m x 0,25 mm, tube kapiler gelas yang dibungkus oleh carbowax 20 m. Suhu detektor: 250° C, volume sampel yang diinjeksikan 1 μ l. Suhu injektor: 200° C. Suhu kolom: 60° C-200° C pada kecepatan 3° C per menit. Gas pembawa : helium 1 ml/menit pada tekanan inlet 0,5 kg.cm⁻² dan energi electron 70 ev. Mutu dibandingkan dengan standar ISO (215:2002), SNI (06-2388-2006) atau ESA (2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis kelamin tanaman pala pada koleksi plasma nutfah

Hasil observasi di lapang menunjukkan 152 aksesori (34,7 %) berjenis kelamin jantan murni,

83 aksesi (18,9 %) jantan biseksual dan 203 aksesi (46 %) betina murni (Tabel 1). Total jumlah tanaman jantan adalah 235 pohon (54 %). Perbandingan tanaman jantan dan betina di dalam populasi mendekati 1:1, sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan secara

alami rasio antara jantan dan betina pada tanaman pala adalah 1:1 (Krishnamoorthy *et al.* 1992; Sharma dan Armstrong 2013). Namun ada sebagian aksesi yang berasal dari beberapa daerah seperti pala Fakfak, pala Hutan Ambon, dan enam daerah lainnya hanya menghasilkan tanaman pala

Tabel 1. Jenis kelamin pada koleksi plasma nutfah pala di KP. Cicurug.

Table 1. Sex type of nutmeg germplasm collections at Cicurug Experimental Station.

No.	Nama koleksi plasma nutfah	Daerah asal	Jenis pala	Jumlah aksesi	Jantan murni	Jantan biseksual	Total jantan	Betina	Rasio jantan: betina
1	Banda	P. Banda	Banda	18	7	2	9	9	1:1
2	Banda Manokwari	Manokwari, Papua	Banda	2	1	1	2	0	2:0
3	Patani	P. Ternate	Patani	34	11	7	18	16	1,1:1
4	Pala Fakfak	Fakfak Papua	Papua	1	1	0	1	0	1:0
5	Manado	Manado, Sulawesi Utara	Banda	15	3	3	6	9	1:1,5
6	Gaji	P. Ternate	Gaji	40	9	4	13	27	1:2,1
7	Irian	P. Tidore	Banda kecil	4	1	1	2	2	1:1
8	Ternate	P. Ternate	Banda	5	0	0	0	5	0:5
9	Botol	P. Tidore	Botol	17	9	2	11	6	1,8:1
10	Kupal	P. Bacan	Kupal	2	1	0	1	1	1:1
11	Pala hutan Ambon	P. Ambon	Liar	2	2	0	2	0	2:0
12	Saparua	P. Saparua	Banda	3	0	0	0	3	0:3
13	Bulat panjang	Halmahera Barat	Banda	4	1	0	1	3	1:3
14	Bacan biji dua	P. Ternate	Banda	11	3	5	8	3	2,7:1
15	Rica	P. Tidore	Rica	13	5	1	6	7	1:1,7
16	Bagea Yan Maliaro	P. Ternate	Bagea	52	11	9	20	32	2:3,2
17	Banda Selamar	P. Ternate	Banda	4	0	1	1	3	1:3
18	Gaji Marikurubu	P. Ternate	Gaji	2	1	1	2	0	2:0
19	Irian Jati Ternate	P. Ternate	Banda kecil	23	8	2	10	13	1:1,3
20	Papua Irian Ternate	P. Ternate	-	1	1	0	1	0	1:0
21	Ambon Mamala Hitu	P. Ambon	-	5	3	2	5	0	5:0
22	Irian Yan Maliaro	P. Ternate	Banda kecil	20	6	7	13	7	2:1
23	Seram Rusa	P. Seram	-	1	1	0	1	0	1:0
24	Irian Yan Ternate	P. Ternate	Banda kecil	20	7	5	12	8	3:2
25	Aceh	Aceh	Banda	1	1	0	1	0	1:0
26	Ternate Yan Ternate	P. Ternate	-	10	7	2	9	1	3:1
27	Patani Jati Ternate	P. Ternate	-	20	13	0	13	7	1,9:1
28	Banda Naira	P. Banda	Banda	6	1	1	2	4	1:2
29	Tidore Jaya T	P. Tidore	-	14	4	6	10	4	2,5:1
30	Nomor 20	-	-	2	2	0	2	0	2:0
31	Ternate Marikurubu	P. Ternate	-	59	14	17	31	28	1,1:1
32	Pala Hutan Kalimantan	P. Kalimantan	-	1	1	0	1	0	1:0
33	Irian Rum Tidore	P. Tidore	Banda kecil	2	1	0	1	1	1:1
34	Banda Rum Tidore	P. Tidore	Banda	7	3	1	4	3	1,3:1
35	Banda Nusantara	-	Banda	1	1	0	1	0	1:0
36	Pala Hutan Bacan	P. Bacan	Liar	10	7	3	10	0	10:0
37	Mandaya	-	-	3	3	0	3	0	3:0
38	No 2	-	-	2	2	0	2	0	2:0
39	Lokal	Sukabumi	Banda	1	0	0	0	1	0:1
	Jumlah	-	-	438	152	83	235	203	1,2:1

jantan saja, sedangkan pala Saparua, pala Ternate dan lokal 100 % betina (Tabel 1). Selain itu, menurut Sharma dan Armstrong (2013) adakalanya di dalam suatu populasi perbandingan jantan : betina >1 atau sebaliknya. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh jumlah tanaman yang dikoleksi terbatas dan perbedaan kriteria penetapan jenis kelamin pada penelitian ini dengan yang telah dikemukakan oleh Soenarsih *et al.* (2012).

Dari seluruh tanaman pala yang diperkirakan merupakan tanaman pala betina, ditemukan pula tanaman berjenis kelamin betina biseksual (*monoecious* dominan betina) seperti yang dilaporkan Krishnamoorthy *et al.* (1992). Namun, tanaman betina biseksual dan betina murni sulit dibedakan, kecuali dilakukan pengamatan bunga. Tanaman *monoecious* dominan betina mampu berbuah lebat sekalipun di sekitarnya tidak ditemukan tanaman pala jantan. Bermawie *et al.* (2015) mendapatkan populasi tanaman pala yang tetap berbuah lebat sekalipun tidak ditemukan tanaman pala jantan di sekitarnya, diduga merupakan tanaman pala betina biseksual. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Hetharie *et al.* (2015) bahwa di Ambon terdapat tanaman pala biseksual yang menghasilkan buah tanpa tanaman pala jantan. Menurut Sharma dan Armstrong (2013), satu bunga jantan pada *M. dactyloides* dan *M. insipida* menghasilkan sekitar 5.600 sampai lebih dari 5.800 butir tepung sari. Oleh sebab itu, terdapat perbedaan pendapat perlu tidaknya tanaman pala jantan dalam budidaya pala (Marcelle, 1995), kemungkinan disebabkan adanya tanaman betina biseksual.

Hasil buah dan biji per pohon

Produksi buah sangat beragam mulai dari tidak berbuah sama sekali (jantan murni) sampai >9.000 buah/pohon/tahun. Dari 203 tanaman yang dikategorikan betina, dikelompokkan berdasarkan jumlah buah menjadi enam kategori, dan komposisi tiap aksesori yang berasal dari daerah yang berbeda beragam (Tabel 2).

Data pada Tabel 2 menunjukkan sebagian

besar jumlah buah pada koleksi plasma nutfah pala betina di KP. Cicurug berada pada kategori amat sangat rendah sampai rendah. Sementara itu yang termasuk kategori produksi tinggi mengacu kepada penetapan varietas unggul pala Makian (Marzuki *et al.* 2008) dan pala Fakfak (Wahyuni *et al.* 2016) dengan jumlah buah 2.500 buah/pohon/tahun. Berdasarkan kriteria tersebut, hanya 20 aksesori yang dipilih atau sekitar 9,8 % dari total populasi tanaman pala betina yang memenuhi standar. Keragaan hasil 20 aksesori terpilih diuraikan pada Tabel 3.

Dari 20 aksesori, 10 aksesori memiliki rata rata hasil >2.500 buah/pohon/tahun, delapan aksesori produksi tinggi (>3.000-≤4.000 buah/pohon/tahun), dan 2 aksesori termasuk kategori produksi sangat tinggi (>4.000 buah/pohon/tahun) (Tabel 3). Menurut Bustaman (2008), pohon pala yang berumur sekitar 25-50 tahun akan menghasilkan 22,5 kg biji pala kering, setara dengan jumlah buah 2.700-4.500 buah/pohon/tahun. Tanaman pala pada saat penelitian di KP. Cicurug berumur 15-23 tahun. Dengan demikian pada umur tanaman yang lebih muda, rata rata potensi produksi pala di KP. Cicurug lebih tinggi dari potensi produksi buah yang dilaporkan Bustaman (2007; 2008).

Di India, tanaman pala dinyatakan unggul apabila pada umur 8 tahun setelah tanam, mampu menghasilkan 1.000 buah/pohon/tahun (Anandaraj *et al.* 2005). Selain itu, varietas unggul pala di India (*IISR-Viswashree*) potensi produksinya hanya 1.444 buah/pohon/tahun, dan aksesori pala yang direkomendasikan untuk dilepas sebagai varietas unggul baru di India (*IISR Keralashree*) menghasilkan buah <2.500 per pohon per tahun (2.455 buah/pohon/tahun) (Mathew *et al.* 2016). Potensi produksi buah beberapa aksesori terpilih di KP. Cicurug lebih tinggi dari varietas unggul pala Makian dan pala Fakfak, dan lebih tinggi dari varietas unggul pala di India.

Tabel 2. Keragaan hasil plasma nutfah pala di KP. Cicurug.
 Table 2. Yield performances of nutmeg germplasms at Cicurug Experimental Station.

No	Nama koleksi	Jumlah tanaman betina	Hasil (jumlah buah/pohon/tahun)					
			Amat sangat rendah	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
			<1.000	<2.000	<2.500	<3.000	>3.000	>4.000
1	Banda	9	3	5	0	0	1	0
2	Banda Manokwari	0	0	0	0	0	0	0
3	Patani	16	8	5	1	1	1	0
5	Manado	9	7	2	0	0	0	0
6	Gaji	27	14	12	1	0	0	0
7	Irian	2	0	0	1	0	0	1
8	Ternate	5	0	4	1	0	0	0
9	Botol	6	1	2	1	1	1	0
10	Kupal	1	0	0	0	0	1	0
12	Saparua	3	3	0	0	0	0	0
13	Bulat panjang	3	3	0	0	0	0	0
14	Bacan biji dua	3	3	0	0	0	0	0
15	Rica	7	5	0	0	1	1	0
16	Bagea Yan Maliaro	32	14	12	2	3	1	0
17	Banda Selamar	3	1	2	0	0	0	0
18	Gaji Marikurubu	0	0	0	0	0	0	0
19	Irian Jati Ternate	12	5	3	2	2	0	0
21	Ambon Mamala Hitu	0	0	0	0	0	0	0
22	Irian Yan Maliaro	7	4	3	0	0	0	0
24	Irian Yan Ternate	8	5	3	0	0	0	0
26	Ternate Yan Ternate	1	1	0	0	0	0	0
27	Patani Jati Ternate	7	2	4	1	0	0	0
28	Banda Naira	4	4	0	0	0	0	0
29	Tidore Jaya Tidore	4	2	1	1	0	0	0
31	Ternate Marikurubu	28	11	9	4	2	2	0
33	Irian Rum Tidore	1	0	1	0	0	0	0
34	Banda Rum Tidore	4	2	0	1	0	0	.
36	Pala Hutan Bacan	0	0	0	0	0	0	0
39	Lokal	1	1	0	0	0	0	0
Jumlah tanaman		203	99	68	16	10	8	2
Persen (%)		100	48,8	33,5	7,9	4,9	3,9	1,0

Terdapat keragaman produksi buah antar aksesori yang berasal dari daerah asal yang sama. Dari empat aksesori yang berasal dari Ternate Marikurubu (TM), dua aksesori masuk dalam kategori produksi sedang dan dua aksesori produksi tinggi, yaitu TM 370 dan TM 392. Demikian juga dengan aksesori asal Banda Yan Maliaro (BYM), tiga aksesori produksi sedang (BYM 215, BYM 221, BYM 421) dan satu produksi tinggi (BYM 210). Keragaman ini kemungkinan terjadi antara lain karena perbedaan jenis kelamin (betina murni dan betina biseksual) antar aksesori atau disebabkan oleh sistem penyerbukan silang antar tanaman tetua pada populasi tanaman asal.

Selain jumlah buah, pemilihan aksesori juga ditentukan oleh frekuensi panen yang menghasilkan jumlah buah sesuai kriteria 2.500 buah/tahun minimal 4, standar deviasi dan nilai Koefisien Keragaman (KK) yang kecil (Tabel 3). Dari

Tabel 3 terlihat kisaran hasil panen antar aksesori cukup besar, tetapi aksesori TM 370 memiliki standar deviasi dan KK yang kecil, sehingga dikategorikan sebagai aksesori yang stabil. Aksesori Irian 112 dan BRT 436 merupakan aksesori dengan rata-rata hasil tertinggi, tetapi kurang stabil karena standar deviasi dan nilai KK yang tinggi.

Karakteristik morfologi buah dan biji aksesori terpilih

Terdapat keragaman pada bentuk buah mulai dari bulat sampai lonjong (Gambar 1), dan keragaman ukuran buah, biji dan fuli pada aksesori terpilih. Perbedaan antar aksesori pada bentuk dan ukuran buah ditemukan pada aksesori asal BYM. Aksesori BYM 221 berbentuk bulat sedangkan aksesori lainnya agak lonjong sampai lonjong. Variasi bentuk buah juga dilaporkan oleh Marzuki *et al.*

Tabel 3. Keragaan hasil buah aksesi pala terpilih di KP. Cicurug selama tahun 2007-2015.
 Table 3. Fruit yield performance of selected nutmeg accessions at Cicurug Experimental Station from 2007-2015.

No.	Aksesi terpilih	Asal	Jenis pala	Tahun										Rata rata	Skor *	SD	KK (%)
				2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015					
				Jumlah buah/pohon/tahun													
1	Banda 9	Banda	Banda	4.155	4.621	2.546	4.835	5.285	7.701	444	1.521	2.937	3.783	7	2.057	54,4	
2	Botol 122	Tidore	Botol	5.025	3.545	5.360	2.295	2.859	2.980	335	2.005	4.764	3.241	6	1.534	47,3	
3	Botol 123	Tidore	Botol	2.475	1.095	3.698	375	4.210	2.220	4.337	2.691	2.471	2.619	4	1.257	48,0	
4	BYM 210	Ternate	Bagea	2.501	2.622	3.937	2.535	5.385	5.065	1.500	3.812	3.024	3.376	8	1.205	35,7	
5	BYM 215	Ternate	Bagea	1.258	2.230	1.310	1.000	3.450	5.961	1.055	4.036	3.527	2.648	4	1.615	61,0	
6	BYM 221	Ternate	Bagea	3.579	4.233	3.370	600	3.440	3.211	891	1.534	2.081	2.549	5	1.229	48,2	
7	BYM 421	Ternate	Bagea	1.860	4.753	2.290	5.900	2.012	4.940	2.731	279	391	2.795	4	1.884	67,4	
8	BRT 436	Tidore	Banda	3.172	6.457	2.825	9.150	3.806	5.060	1.985	3.257	4.646	4.484	8	2.074	46,2	
9	Irian112	Tidore	Banda kecil	4.290	3.975	2.944	3.245	8.970	6.725	2.123	4.875	4.220	4.596	8	1.973	42,9	
10	IJT239	Ternate	Banda kecil	2.979	2.999	3.000	540	1.844	4.210	2.070	3.008	3.739	2.710	6	1.028	37,9	
11	IJT422	Ternate	Bandakkecil	893	1.790	1.479	4.055	3.125	4.850	2.776	2.634	1.703	2.590	5	1.207	46,6	
12	Kupal139	Bacan	Kupal	6.182	826	4.330	2.565	4.825	3.520	1.250	418	4.017	3.104	7	1.858	59,9	
13	Patani 31	Ternate	Patani	2.656	2.965	1.718	525	4.355	2.242	2.979	3.479	1.927	2.538	5	1.041	41,0	
14	Patani55	Ternate	Patani	6.690	5.216	4.540	2.320	4.565	2.418	3.320	4.329	1.462	3.762	5	1.616	43,0	
15	Rical165	Tidore	Rica	3.922	3.832	1.440	3.335	7.510	3.040	895	1.142	4.384	3.278	6	1.930	58,9	
16	Rical172	Tidore	Rica	2.800	2.575	1.722	1.790	2.220	4.610	172	6.481	4.173	2.930	5	1.763	60,2	
17	TM354	Ternate	Ternate	2.329	1.854	2.885	2.815	3.532	4.970	2.835	Tidak panen	1.921	2.571	5	1.270	49,4	
18	TM370	Ternate	Ternate	2.618	2.947	3.195	3.926	3.315	3.176	3.176	3.113	2.990	3.162	9	330	10,5	
19	TM376	Ternate	Ternate	1.397	1.822	1.397	3.850	4.465	4.300	2.750	1.124	2.020	2.569	4	1.245	48,5	
20	TM392	Ternate	Ternate	2.677	4.044	2.597	2.190	4.313	3.446	3.357	1.818	6.680	3.458	7	1.379	39,9	
Rata rata hasil/tahun				3.173	3.220	2.829	2.892	4.174	4.232	1.999	2.713	3.154	3.138				

Keterangan : *Skor adalah frekuensi panen yang mampu memenuhi kriteria standar (± 2.500 buah/pohon/tahun).

n

Note : *Score was the frequency of harvesting that was able to meet the standard criteria ($\pm 2,500$ fruits/tree/year).

BYM = Banda Yan Maliaro, BRT = Banda Rum Tidore, IJT = Irian Jati Ternate, TM = Ternate Marikubu.



Gambar 1. Keragaman bentuk buah pala (kiri: bulat; kanan: lonjong).

Figure 1. Variation on nutmeg fruit shape (left: round, right: oblong).

(2008) di Maluku, Soenarsih *et al.* (2012) di Maluku Utara, Hetharie *et al.* (2015) di Ambon, dan Rosyali (2016) di Lampung. Keragaman tersebut baik antar aksesi/tanaman dari daerah asal yang sama maupun dari satu daerah yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan genetik dari aksesi plasma nutfah yang kemungkinan disebabkan oleh penyerbukan silang.

Bobot buah pada tanaman pala bervariasi (Tabel 4). Dari 20 aksesi, 13 aksesi terpilih (65 %) memiliki bobot buah besar (>60 g) dan sisanya (35 %) memiliki bobot buah sedang ($>40-60$ g) (Tabel 4). Varietas unggul pala yang telah dilepas memiliki bobot buah segar 51,67-98 g (Randriani *et al.* 2010). Sementara itu varietas unggul pala di India (*IISR Keralashree*) memiliki bobot buah segar per butir 75-100 g (Mathew *et al.*

2016). Varietas unggul pala di India memiliki ukuran buah lebih besar dari varietas unggul pala di Indonesia.

Pada tanaman pala, sekalipun ukuran buah sedang, tetap memiliki nilai ekonomi. Pala dengan ukuran buah sedang sekitar 40-50 g juga banyak ditemukan di Sangihe Besar dan Siau dan tetap diminati konsumen (Robert *et al.* 2015). Pala dengan ukuran buah sedang juga banyak ditemukan pada populasi pala di Lampung (Rosyali 2016). Oleh sebab itu, kriteria ukuran standar minimal bobot buah 60 g kurang tepat apabila diterapkan untuk semua jenis pala, karena keragaman ukuran buah berbeda antar jenis, varietas dan aksesi. Banyak aksesi yang memiliki buah kecil, tetapi umumnya menghasilkan biji yang standar. Ini menunjukkan bahwa ukuran buah

Tabel 4. Karakter morfologi buah aksesori pala terpilih di KP. Cicurug.

Table 4. Fruit morphological characters of selected nutmeg accessions at Cicurug Experimental Station.

No.	Kode aksesori	Bobot (g)	Panjang (cm)	Diameter (cm)	Panjang tangkai (cm)	Tebal daging (cm)	Rasio p/l	Bentuk buah
1	Banda9	67,1	5,7	4,8	2,0	1,1	1,2	Agak lonjong
2	Botol122	66,3	5,8	4,7	1,2	1,2	1,3	Lonjong
3	Botol123	55,1	5,4	4,4	1,9	0,9	1,2	Agak lonjong
4	BYM210	54,6	5,2	4,4	1,3	1,2	1,2	Agak lonjong
5	BYM215	91,7	7,2	5,2	1,6	1,3	1,4	Lonjong
6	BYM221	65,8	5,3	5,3	1,9	1,4	1,0	Bulat
7	BYM421	53,8	5,7	4,4	1,5	1,0	1,3	Lonjong
8	BRT436	64,8	6,4	4,6	1,4	1,1	1,4	Lonjong
9	Irian112	69,8	6,5	4,7	1,9	1,2	1,4	Lonjong
10	IJT233	66,8	6,0	4,5	2,4	1,1	1,3	Lonjong
11	IJT239	82,1	5,9	5,1	1,4	1,6	1,2	Agak lonjong
12	Kupal139	47,8	6,0	4,1	1,5	1,1	1,5	Lonjong
13	Patani31	82,0	7,1	5,0	1,9	1,3	1,4	Lonjong
14	Patani55	65,6	5,7	5,0	1,5	2,7	1,1	Bulat
15	Rica165	64,8	6,4	4,6	1,4	1,1	1,4	Lonjong
16	Rica172	63,5	6,5	4,5	1,5	1,2	1,4	Lonjong
17	TM354	55,2	5,4	4,5	1,6	1,1	1,2	Agak lonjong
18	TM370	48,8	5,8	4,1	1,4	1,0	1,4	Lonjong
19	TM376	61,4	6,6	4,5	1,6	1,2	1,4	Lonjong
20	TM392	52,1	5,2	4,4	1,4	0,9	1,2	Agak lonjong
Kisaran		47,8-97,1	5,2-7,2	4,1-5,3	1,2-2,4	0,9-2,7	1,0-1,5	Bulat-lonjong

tidak berkorelasi dengan ukuran biji. Sementara pada pala nilai komersial yang tinggi terletak pada bijinya. Aksesori dengan buah kecil tapi menghasilkan biji besar, lebih sesuai untuk dikembangkan sebagai rempah. Berdasarkan ukuran buah, semua aksesori layak direkomendasikan sebagai sumber benih.

Terdapat keragaman pada tebal daging antar aksesori. Keragaman tersebut dapat direkomendasikan untuk berbagai pemanfaatan. Patani 55 memiliki daging buah yang sangat tebal, sedangkan Botol 123 dan TM 392 memiliki daging buah yang sangat tipis. Aksesori yang memiliki daging buah tebal, lebih sesuai untuk bahan manisan dan minuman/sirup buah pala. Keragaman pada tebal daging juga ditemukan pada populasi pala di Lampung berkisar antara 0,9-1,91 cm (Rosyali 2016). Jawa Barat, khususnya di Bogor, industri makanan dan minuman berbasis daging buah pala telah berkembang pesat. Oleh karena itu, aksesori dengan daging buah tebal sangat sesuai untuk direkomendasikan untuk dikembangkan di daerah Bogor.

Selain keragaman pada buah, terdapat perbedaan yang cukup tinggi pada ukuran biji antar aksesori terpilih. Seluruh aksesori memiliki bobot biji segar berkisar 6,6-13,0 g setara biji kering 4,6-

9,1 g, termasuk kriteria biji kecil sampai besar (Tabel 5). Standar mutu untuk bobot biji 5-8,3 g biji kering (Direktorat Jenderal Perkebunan 2012) setara dengan 7,1-11,8 g biji segar. Ukuran biji varietas unggul yang sudah dilepas 8-11 g per butir segar (Hadad dan Hamid 1990) atau setara dengan 5,6-7,7 g biji kering per butir. Aksesori Kupal 139 dan Patani 55 memiliki ukuran biji kecil. Keragaman ukuran biji pala di Lampung berkisar antara 4,2-12,4 g segar (Rosyali 2016). Varietas unggul pala di India (*IISR Keralashree*) memiliki ukuran biji besar dengan bobot biji segar 13-16 g (Mathew *et al.* 2016).

Hasil penelitian juga menunjukkan terdapat keragaman pada karakter morfologi fuli dengan bobot 0,69-2,80 g. Sepuluh aksesori terpilih menghasilkan fuli >1 g, sisanya memiliki bobot fuli <1 g (Tabel 5). Bobot fuli yang rendah terutama ditemukan pada aksesori dengan fuli jarang dan tipis. Aksesori Botol 122 memiliki fuli yang sangat tebal dengan bobot paling tinggi. Keragaman bobot fuli juga ditemukan pada populasi pala di Lampung, berkisar antara 0,30-1,2 g (Rosyali 2016). Varietas unggul pala yang telah dilepas memiliki ukuran fuli 1,02-2,95 g per butir (Randriani *et al.* 2010). Ukuran fuli pala di Indonesia umumnya lebih kecil dari ukuran fuli di

India. Di India varietas unggul pala yang dilepas memiliki ukuran fuli 4,5-6 g, fuli menutup seluruh buah, tebal dan berwarna merah tua (Mathew *et al.* 2016).

Selain keragaman pada ukuran, keragaman pada fuli juga ditemukan pada persentase penutupan (*covering*) biji. Ada fuli yang menutup sampai

ke ujung biji tetapi ada juga yang hanya menutup sampai $\frac{3}{4}$ biji (TM 370) (Gambar 2). Selain itu kerapatan fuli juga beragam mulai dari hampir penuh sampai jarang. Aksesori TM 370 memiliki fuli tipis, sedangkan Botol 122, dan TM 354 sangat tebal (Tabel 4).

Tabel 5. Karakter morfologi biji dan fuli aksesori pala terpilih di KP. Cicurug.
 Table 5. Morphological characters of seed and mace of selected nutmeg accessions at Cicurug Experimental Station.

No.	Kode aksesori	Daerah asal	Bobot biji segar (g)	Bobot biji kering (g)	Panjang biji (cm)	Lebar biji (cm)	Rasio p/l biji	Bentuk biji	Bobot fuli (g)	Ketebalan dan kerapatan fuli
1	Banda9	Banda	10,7	7,49	3,2	2,4	1,3	Agak lonjong	1,40	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
2	Kupall139	Bacan	7,0	4,9	3,3	1,9	1,7	Lonjong	1,42	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
3	BYM210	Ternate	9,8	6,86	3,0	2,4	1,3	Agak lonjong	1,29	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
4	BYM215	Ternate	13,0	9,1	3,6	2,4	1,5	Lonjong	1,51	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
5	BYM221	Ternate	8,3	5,81	2,6	2,3	1,1	Bulat	0,79	Fuli jarang tipis
6	BYM421	Ternate	9,6	6,72	3,1	2,4	1,3	Agak lonjong	0,91	Fuli jarang tipis
7	IJT233	Ternate	11,3	7,91	3,5	2,3	1,5	Lonjong	1,61	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
8	IJT239	Ternate	8,2	5,74	3,0	2,2	1,4	Lonjong	0,92	Fuli jarang tipis
9	Patani 31	Ternate	11,0	7,7	3,4	2,3	1,1	Bulat	0,97	Fuli jarang tipis
10	Patani 55	Ternate	6,6	4,6	2,6	2,0	1,3	Agak lonjong	0,62	Fuli jarang tipis
11	TM354	Ternate	10,6	7,42	3,0	2,4	1,3	Agak lonjong	1,87	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
12	TM370	Ternate	9,0	6,3	3,2	2,2	1,5	Lonjong	0,88	Fuli tidak penuh, jarang
13	TM376	Ternate	8,7	6,09	3,3	2,0	1,7	Lonjong	0,90	Fuli jarang tipis
14	TM392	Ternate	11,8	8,26	3,3	2,5	1,3	Agak lonjong	0,69	Fuli jarang tipis
15	BRT436	Tidore	8,2	5,74	3,4	2,0	1,7	Lonjong	0,78	Fuli jarang tipis
16	Irian112	Tidore	10,9	7,63	3,2	2,3	1,4	Lonjong	1,56	Fuli tebal, menutup sampai ujung biji
17	Botol122	Tidore	9,8	6,86	3,5	2,2	1,6	Lonjong	2,80	Fuli sangat tebal, menutup sampai ujung biji
18	Botol123	Tidore	11,7	8,19	3,5	2,4	1,5	Lonjong	1,61	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
19	Rica165	Tidore	9,4	6,58	3,0	2,2	1,4	Lonjong	0,98	Fuli jarang tipis
20	Rica172	Tidore	9,5	6,65	3,5	2,5	1,4	Lonjong	1,42	Fuli tebal menutup sampai ujung biji
Kisaran			6,6-13,0	4,6-9,1	2,6-3,6	1,9-2,5	1,1-1,7	Bulat-lonjong	0,69-2,80	



Tebal, menutup sampai ujung biji, padat



Tebal, menutup sampai ujung biji, agak jarang



Menutup penuh, jarang



Tidak menutup biji, sangat jarang

Gambar 2. Keragaman bentuk dan kerapatan fuli aksesori pala terpilih di KP. Cicurug.
 Figure 2. Variation on shape and mace density of selected nutmeg accessions at Cicurug Experimental Station.

Mutu minyak atsiri aksesori terpilih

Selain hasil buah, mutu pada pala merupakan komponen penting dan menentukan harga produk. Pada kadar air <10 %, hasil analisis mutu terhadap 20 aksesori menunjukkan kadar minyak atsiri 7,20-19,33 %, semuanya memenuhi bahkan lebih baik dari standar yang ditetapkan SNI maupun ESA (*European Spices Association*). Standar National Indonesia No. 06-2388 tahun 2006, menetapkan batas minimal kandungan minyak atsiri pada pala 5 %, sedangkan ESA 6,5%.

Senyawa pada biji pala tua yang teridentifikasi GC-MS berjumlah 18 sampai 30 dengan komposisi komponen minyak bervariasi antar aksesori (Tabel 6). Komponen utama yang teridentifikasi pada penelitian ini, persentase tertinggi adalah sabinen (23-52 %) diikuti oleh myristisin (1,58-26,41 %), kemudian α -pinene (4,06-21,45 %), β -pinene (2,54-13,15 %), limonene (2,05-6,52 %), 4-terpineol atau terpine-4-ol (2,36-6,88%), safrol (0,43-5,86 %) dan elemisin (0,81-14,38 %) dengan persentase yang berbeda antar aksesori terpilih (Tabel 6). Hasil ini sesuai dengan (Soenarsih *et al.* 2012) yang menyatakan bahwa komponen kimia mutu pala terdiri atas monoterpen hidrokarbon dan komponen eter aromatik. Senyawa kimia yang merupakan komponen kimia monoterpen hidrokarbon adalah α -pinene, β -pinene, sabinene dan 4-terpineol, sedangkan komponen eter aromatik yaitu myristisin, safrol, elemisin dan methyleugenol. ISO 3215 tahun 2002 juga menyatakan komponen minyak pala terdiri dari α -pinene, β -pinene, mircene, sabinen, limonen, terpinen, terpineol, safrol dan myristisin. Komponen kimia tersebut teridentifikasi pada aksesori terpilih dari plasma nutfah pala di KP. Cicurug.

Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian lainnya pada jumlah senyawa, komposisi senyawa utama dan kelimpahan (%) senyawa utama. (Chairul dan Sulianti 2000), mengidentifikasi 17 senyawa dengan 5 komponen utama yaitu, β -terpeneol, bergamol, myristisin, citronelil butir, safrol serta 12 komponen minor. Dorman dan Deans (2004) mengidentifikasi 25 senyawa dengan lima komponen utama, yaitu α -pinene, β -pinene, sabinen, myristisin dan 4-terpineol.

Sementara itu, (Subarnas *et al.* 2010) mengidentifikasi 32 senyawa dengan komponen utama yaitu sabinene, 4-terpineol, myristisin, α -pinene, limonene, α -myrcene, α -terpinen, gamma terpinen, α -terpineol, safrol dan elemisin; sedangkan Idrus *et al.* (2015) mendapatkan komponen utama α -pinene, β -pinene, sabinen, limonen, 4-terpineol, safrol dan myristicin, serta Mimbar dan Didah (2016) mengidentifikasi 40 senyawa aktif dengan komponen utama α -pinene, sabinene, β -pinene, 3-carene, limonene, gamma terpinene, 4-terpineol, safrol, myristisin, eugenol, metil eugenol, isoeugenol, dan elemisin.

Perbedaan pada jumlah senyawa dan komponen utama ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi agroklimat, cara budidaya, varietas yang digunakan, jumlah varietas yang di analisis serta cara ekstraksi minyak atsiri. Menurut Mudlofar (2012) variasi pada jumlah senyawa yang teridentifikasi dan komposisi kimia bervariasi tergantung pada jenis maupun varietas pala, prosesi dan cara ekstraksi minyak atsiri (Mudlofar 2012). Piras *et al.* (2012) mendapatkan myristicin yang tinggi menggunakan metode superkritik dengan gas CO₂. Penelitian ini menggunakan 20 aksesori terpilih, sementara (Chairul dan Sulianti 2000; Dorman dan Deans 2004; Subarnas *et al.* 2010), Idrus *et al.* (2015), Piras *et al.* (2012) hanya menggunakan satu aksesori dari *M. fragrans*. Variasi pada kadar dan kelimpahan komponen minyak juga dilaporkan Maya *et al.* (2004) pada 65 aksesori pasma nutfah pala di India yang menunjukkan hasil kandungan minyak atsiri bervariasi antara 3,9-16,5 %, dengan komponen utama sabinen 6,3-44,8 %, myristisin 0,3-45,6 %, elemisin 0,4-29,7 %, dan safrol 0,1-22,1 %.

Selain minyak atsiri, kadar α -pinene juga bervariasi. Dari 20 aksesori yang diuji, hanya lima aksesori yang memenuhi syarat ISO (minimal 15 % dan maksimal 28 %), yaitu Botol 122, Irian 112, Kupal 139, BYM 215 dan TM 392. Kadar α -pinene pala Indonesia umumnya tinggi sesuai dengan standar (Simpson dan Jackson 2002). Namun pada sebagian besar aksesori terpilih kadar α -pinene rendah. Rendahnya kadar α -pinene pada sebagian besar aksesori kemungkinan karena pengaruh agroklimat, genotipe maupun prosesi.

Tabel 6. Keragaan mutu aksesori pala terpilih di KP. Cicurug.
 Table 6. Variation on quality of selected nutmeg accessions at Cicurug Experimental Station.

No	Kode aksesori	Kadar air (%)	Minyak atsiri (%)	Jumlah senyawa	α -pinene (%)	β -pinene (%)	Sabinen (%)	Limonen (%)	4-Terpineol (%)	Safrol (%)	Elemisin (%)	Myristisin (%)
1	Banda9	8,52	15,00	26	11,56	4,42	39,85	2,70	5,02	1,58	1,97	10,53
2	Kupal139	7,20	12,40	26	15,53	7,90	25,25	3,17	4,07	1,35	7,50	12,01
3	BYM210	7,12	14,00	23	4,50	3,98	47,7	2,74	4,43	3,93	6,38	11,29
4	BYM215	6,69	17,00	26	18,20	8,67	35,18	6,01	3,17	0,73	6,26	5,15
5	BYM221	9,64	16,00	26	11,12	6,30	19,05	2,47	2,96	1,87	4,51	26,41
6	BYM421	6,88	19,33	21	9,02	5,79	37,6	3,28	3,13	0,51	4,30	2,36
7	IJT233	7,53	7,70	25	10,16	6,45	32,46	3,32	3,12	1,43	8,24	6,35
8	IJT239	8,18	16,00	26	12,62	8,30	36,39	3,08	3,87	1,78	7,62	5,25
9	Patani 31	6,69	16,50	18	9,90	2,17	40,76	2,66	6,96	3,96	5,93	13,26
10	Patani 55	6,85	12,40	21	9,90	2,70	36,66	2,65	7,16	0,40	2,81	5,55
11	TM354	7,50	8,60	30	6,51	6,36	26,03	3,82	4,68	2,15	2,36	18,40
12	TM370	7,62	9,33	25	9,39	9,54	35,9	2,89	3,66	2,06	14,38	7,74
13	TM376	8,22	13,67	19	9,67	2,72	40,46	2,68	4,20	1,77	6,69	16,88
14	TM392	8,53	12,00	24	15,54	3,92	48,94	6,52	4,72	0,48	0,81	3,18
15	BRT436	7,31	18,00	20	8,31	4,43	36,44	2,30	4,31	5,62	2,57	23,38
16	Irian112	8,81	10,80	23	21,45	16,08	26,65	3,45	2,36	3,64	3,83	10,70
17	Botol122	6,57	13,60	24	17,05	13,17	28,74	3,08	2,90	2,31	2,07	18,42
18	Botol123	7,95	12,00	24	10,87	4,31	32,95	2,53	4,20	2,72	12,29	10,49
19	Rica165	7,68	14,00	23	8,01	5,05	46,05	3,32	4,99	2,75	5,03	5,02
20	Rica172	8,69	17,00	25	4,06	2,54	36,18	2,04	2,56	5,67	13,77	19,41
Kisaran (%)		7,70-19,33		18-30	4,06-21,45	2,17-16,08	25,25-52,85	2,05-6,52	2,36-6,88	0,40-5,67	0,81-14,38	2,36-26,41
Standar :		Maks 10*	Min 6,5**		Min 15	Min 13	Min 14	Min 2,0	Min 2,0	Min 1,0	-	Min 5
ISO 3215:2002					Maks 28	Maks 18	Maks 29	Maks 7,0	Maks 6,0	Maks 2,5	-	Maks 12

Keterangan : *SNI (Standar Nasional Indonesia, 2006).

Note : Indonesian National Standard, 2006.

**ESA (European Spices Association).

Kadar senyawa β -pinene pada 20 aksesori pala terpilih berkisar 2,17-16,08 %. Menurut ISO 3215 (2002) standar minimal kadar β -pinene 13 % dan maksimal 18 %. Dari ke 20 aksesori tersebut, hanya dua aksesori yang memenuhi standar yaitu Botol 122 dan Irian 112, selebihnya di bawah standar. Berbeda dengan kadar α -pinene dan β -pinene, untuk kadar sabinene, hampir semua aksesori melampaui standar ISO tetapi hanya lima aksesori yang memenuhi standar, yaitu Botol 122, Irian 112, Kupal 139, BYM 221, dan TM 354.

Untuk kadar limonene, semua aksesori memenuhi syarat, sedangkan untuk senyawa 4-terpineol, dua aksesori terpilih tidak memenuhi syarat karena melampaui nilai standar. Menurut Simpson dan Jackson (2002) terdapat perbedaan pada kadar 4-terpineol pada pala Indonesia dibanding dengan Grenada dan Jamaica. Perbedaan tersebut antara lain diduga terkait dengan kondisi agroklimat dan genotipe pala.

Safrol merupakan senyawa yang dianggap karsinogenik menurut FDA (*Food Drug Administration*, USA) maupun *European Commission on Health* sehingga kadar yang ditetapkan rendah (1,0-2,5 %). Bahkan *European Pharmacopeia* menetapkan kadar safrol untuk bahan farmasi 0-2 %. Dari 20 aksesori terpilih, 13 aksesori menunjukkan

kadar safrol yang sesuai standar, sedangkan tujuh aksesori lainnya tidak memenuhi standar (>2,5 %).

Untuk kadar elemicin belum ada standar yang ditetapkan, sehingga semua dianggap memenuhi syarat. Myristisin merupakan senyawa penciri pada pala, dan memiliki efek sebagai halusinogen. Menurut *International Standard Oil of Nutmeg* (ISO : 3215:2002), dan Standar Nasional Indonesia (SNI 2006) kadar myristisin minimal 5 % dan maksimal 12 %. Kandungan myristisin dari 20 aksesori yang diuji, hanya 12 aksesori yang memenuhi standar ISO dan 8 aksesori mengandung kadar myristisin yang lebih rendah atau lebih tinggi dari standar ISO. Berdasarkan semua parameter, tidak ada aksesori terpilih yang memenuhi semua parameter mutu, sehingga dibuatkan ranking berdasarkan jumlah ketidaksesuaian dengan parameter mutu. Aksesori yang memiliki ketidaksesuaian terkecil merupakan aksesori unggul. Ranking aksesori terpilih berdasarkan parameter mutu diuraikan pada Tabel 7.

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa dari 20 aksesori terpilih, Botol 122, Irian 112 dan Kupal 139 memenuhi sembilan dari sepuluh parameter mutu, aksesori lainnya memenuhi delapan dan paling rendah empat parameter mutu. Namun demikian, Kementerian Pertanian (2015) hanya mensyaratkan

Tabel 7. Ranking aksesi terpilih berdasarkan parameter mutu minyak atsiri.
 Table 7. The selected accession ranks based on the parameters of essential oil quality.

Kode aksesi	Ka dar air	Minyak atsiri	α -pinene	β -pinene	Sabinen	Limonen	4-Terpineol	Safrol	Elemisin	Myristisin	Jumlah ketidaksesuaian
Kupal 139	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1
Botol 122	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	1
Irian 112	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	1
BYM 215	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	2
Banda 9	✓	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	3
IJT 239	✓	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	3
TM 370	✓	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	3
IJT 233	✓	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	3
Patani 55	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	✓	4
BYM 221	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	×	3
BYM 421	✓	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	×	4
TM 354	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	×	3
TM 376	✓	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	×	4
TM 392	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	×	3
Botol 123	✓	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	✓	4
Rica 165	✓	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	✓	4
BYM 210	✓	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	✓	4
Rica 172	✓	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	×	5
BRT436	✓	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	×	5
Patani 31	✓	✓	×	×	×	✓	×	×	✓	×	6
Jumlah aksesi yang memenuhi standar	20	20	5	2	5	20	18	13	20	11	

produksi buah dalam pemilihan pohon induk untuk sumber benih, mutu belum menjadi persyaratan. Data analisis mutu merupakan pelengkap untuk memberikan gambaran dan pilihan kepada konsumen dalam memilih sumber benih.

Menurut Mathew *et al.* (2016), varietas unggul pala yang dilepas di India memiliki kadar minyak atsiri biji 5,9 %, myristisin 1,6 %, elemisin 1,4 %, α -pinene 7,1 %, sabinen 35,4 % dan kadar safrol rendah (0,1 %). Data tersebut menunjukkan bahwa mutu minyak pala dari varietas unggul yang dilepas di India juga ternyata lebih rendah dari standar.

Simpson dan Jackson (2002) menyatakan terdapat perbedaan pada mutu pala Indonesia dengan dari Grenada dan Jamaica. Oleh sebab itu di dunia perdagangan, dikenal dua jenis pala berdasarkan daerah asalnya, yaitu 1) *East Indian Nutmeg and Mace* yaitu pala dan fuli yang berasal dari Indonesia (Banda), Siau, Padang, Aceh, Jawa Barat, dan Papua dan lain-lain), Sri Lanka, India, dan 2) *West Indian Nutmeg and Mace*, pala dan fuli yang berasal dari Grenada (Ma'mun, 2013). Kualitas pala dari Grenada atau Jamaica (*West Indian Nutmeg*) mengandung kadar myristisin dan safrol (<02 %) yang lebih rendah dari minyak atsiri

pala asal Indonesia (*East Indian Nutmeg*), tetapi memiliki kandungan α -pinene (19,9 %), β -pinene (18,8 %) dan 4-terpineol (17,8 %) yang lebih tinggi. Kadar tersebut membedakan mutu minyak antara *East* dan *West Indian Nutmeg* (Simpson dan Jackson 2002).

Pertanaman pala di Grenada hanya terdiri dari satu varietas yaitu pala Banda, karena berasal dari Pulau Banda (*M. fragrans* Houtt.), yang dibawa oleh Hon. Frank Gurney pada tahun 1843 (Groome 1970). Pada tahun 1865 pala Grenada telah memenuhi pasar dunia. Oleh karena itu, penetapan standar mutu pala dunia hanya di dasarkan atas pala asal Banda tersebut. Sementara pala dari Indonesia terdiri dari bermacam macam varietas (Banda, Ternate, Tidore, Tobelo, Makian) yang berasal dari berbagai daerah sehingga variasi mutunya tinggi.

Di dunia perdagangan, umumnya pedagang mencampur (*blending*) biji atau minyak dari berbagai sumber. Untuk menghasilkan mutu minyak yang tinggi, industri aroma melakukan pemisahan komponen (fraksinasi) dengan peralatan yang dimiliki sehingga memenuhi standar mutu dan memiliki nilai komersial yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Komposisi jenis kelamin pada koleksi plasma nutfah pala di KP. Cicurug terdiri dari 235 pohon jantan murni, dan 203 aksesori (46 %) betina. Dua puluh aksesori dari tanaman pala betina menghasilkan rata-rata jumlah buah >2.500 per pohon per tahun sehingga memenuhi kriteria untuk dipilih sebagai aksesori unggul. Semua aksesori unggul (20 aksesori terpilih) menghasilkan kadar minyak atsiri 7,20-19,33 %, limonen dan elemisin yang memenuhi standar ISO 3215. Tiga aksesori yaitu Botol 122, Irian 112 dan Kupal 139 memenuhi 90 % standar dari parameter mutu, sedangkan aksesori lainnya hanya memenuhi empat sampai delapan parameter mutu. Mutu belum dijadikan syarat untuk pemilihan pohon induk, sehingga semua aksesori unggul layak direkomendasikan sebagai sumber benih.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandaraj, M., Devasahayam, S., Zachariah, T.J., Krishnamoorthy, B., Mathew, P.A. & Rema, J. (2005) Nutmeg Extension Pamphlet. *Publisher V.A. Parthasarathy, Director, Indian Institute of Spices Research*. 4 p.
- Arrijani (2005) Biologi dan Konservasi Marga *Myristica* di Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 6 (2), 147-151. doi:10.13057/biodiv/d060216.
- Bermawie, N., Wawan, L., Nur Laela, W.M. & Susi, P. (2015) Keragaan Hasil dan Pola Panen beberapa Spesies Pala. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Perbenihan Tanaman Rempah dan Obat*. Bogor, 29 April 2015, 101-108. 249 hlm.
- Bustaman, S. (2007) Prospek dan Strategi Pengembangan Pala di Maluku. *Perspektif*. 6 (2), 68-74.
- Bustaman, S. (2008) Prospek Pengembangan Minyak Pala Banda sebagai Komoditas Ekspor Maluku. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27 (3), 93-98.
- Chairul & Sulianti, S.B. (2000) Minyak Atsiri Pala Wegio (*Myristica fatua* L) dan Pala (*Myristica fragrans* L) dengan GC-MS. In: *Prosiding dalam Seminar Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional*. Bogor, 5 November 2000, hlm. 151-162.
- Dinas Pertanian Propinsi Maluku (2013) Petani Cengkeh Merugi Rp. 17,07 Milyar/ Musim Akibat Hama. <http://www.rakyatmaluku.com/wawancara/petani-cengkeh-merugi-rp1707-milyarmusim-akibat-hama>. [Accessed: 3 March 2014].
- Direktorat Jenderal Perkebunan (2009) Statistik Perkebunan Tree Crop Estate Statistics 2009-2011. In: *Tanaman Rempah dan Penyegar (Spices and Beverage Crops) Asam Jawa/Tamarind, Cabe Jawa/Herb Chili, Kayu manis/Cassiavera, Gambir/Gambier, Pala/Nutmeg, Panili/Vanilla, Pinang/Arecanut*. Kementerian Pertanian, hlm. 132.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (2012) *Peraturan Menteri Pertanian Tentang Pedoman Penanganan Pascapanen Pala*. 56 hlm.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (2015) *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Pala 2015-2017*. 43 hlm.
- Dishutbun Aceh Selatan (2003) "Hercules" si Perusak Tanaman Pala dan Cengkeh. *Dinas Kehutanan dan Perkebunan Aceh Selatan*. 9 hlm.
- Dodo (2015) Myristicaceae (Pala-Palaan) Indonesia Terancam Kepunahan. Dalam: *Prosiding Seminar Teknologi Budidaya Cengkeh, Lada dan Pala*. Bogor, 5-6 November 2015, 219-224. 307 hlm.
- Dorman, H.J.D. & Deans, S.G. (2004) Chemical Composition, Antimicrobial and *In Vitro* Antioxidant Properties of *Monarda citriodora* var. *citriodora*, *Myristica fragrans*, *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, *Pelargonium* sp. and *Thymus zygis* Oils. *Journal of Essential Oil Research*. 16 (2), 145-150. doi:10.1080/10412905.2004.9698679.
- Flach, M. (1966) *Nutmeg Cultivation and Its Sex Problems* (Eng. Sum). *Mededelingenvande Landbouwhogeschool, Wageningen*, 66 (1), 87.
- Groome, J.R. (1970) A Natural History of the Island of Grenada, West Indies. *Caribbean Printers Limited*, Arima. Trinidad, WI. 115 p.
- De Guzman, C.C. & Siemonsma, J.S. (1999) Plant Resources of South East Asia, No. 13, Spices. *Prosea*. 400 p.
- Hadad, E.A. & Hamid, A. (1990) Mengenal Berbagai Plasma Nutfah Pala di Daerah Maluku Utara. *Balai Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*. Bogor. Tidak

dipublikasikan. 10 hlm.

- Harni, R. (2011) Pengendalian Terpadu Hama dan Penyakit Utama Pala. *Sinar Tani* 23 (3394). pp. 13-16.
- Hetharie, H., Raharjo, S.H.T., Rahado, K. & Hehanussa, M.L. (2015) Morphological Diversity Of Nutmeg Mother Trees and Seedlings In Lilibooi Village, Ambon Island. In: *Proceedings 1st International Seminar Of Basic Science, FMIPA Unpatti - Ambon June, 3rd-4 Th 2015*. pp. 170-176.
- Idrus, S., Kaimudin, M., Torry, R.F. & Biantoro, R. (2015) Isolasi Trimiristin Minyak Pala Banda serta Pemanfaatannya sebagai Bahan Aktif Sabun. *Journal of Industrial Research (Jurnal Riset Industri)*. 8 (1), 23-31.
- ISO 3215 (2002) *International Standard Oil Of Nutmeg*. 8 p.
- Kalay, A.M., Lamerkabel, J. & Thenu, F.T. (2015) Kerusakan Tanaman Pala Akibat Penyakit Busuk Buah Kering Dan Hama Penggerek Batang Di Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agroekotek*. 7 (2), 138-146.
- Kementerian Pertanian (2012) Peraturan Menteri Pertanian Nomor 53/Permentan/OT.140/9/2012). Penanganan Pasca Panen Pala. 20 hlm.
- Kementerian Pertanian (2015) *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 50 Tahun 2015*. 15 hlm.
- Krishnamoorthy, B., Zachariah, J.T., Ravindran, P.N. & Gopalam, A. (1992) Identification of Sex of Nutmeg Seedlings Based on Morphological and Chemical Characters. *Journal of Plantation Crops*. 20, 194-199.
- Krishnamoorthy, B. (2011). Nutmeg and mace, In: Peter, K.V. (eds) *Herbs and Spices*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge England. pp.238-248.
- Ma'mun (2013) Karakteristik Minyak Dan Isolasi Trimiristin Biji Pala Papua (*Myristica Argentea*). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 19 (2), 72-77.
- Mamonto, R.D.L., Dien, M.F. & Rimbing, J. (2018) Populasi dan Serangan Larva *Batocera hercules* Boisduv (*Coleoptera: Cerambycidae*) pada Tanaman Pala di Kecamatan Kauditan Kabupaten Minahasa Utara. *Cocos*. 1 (1), 1-13.
- Marcelle, G.B. (1995) *Production, Handling and Processing of Nutmeg and Mace and Their Culinary uses*. Santiago, Chile. 95 p.
- Marzuki, I., Uluputty, M.R., Aziz, S.A. & Surahman, M. (2008) Karakterisasi Morfoekotipe dan Proksimat Pala Banda (*Myristica fragrans* Houtt.). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 36 (2), 146-152.
- Mathew, P.A., Krishnamoorthy, B., Rema, J., Zachariah, T.J. & Sasikumar, B. (2016) ISR Keralashree - A High Yielding and High Quality Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 25 (1), 56-59.
- Maya, K.M., John Zachariah, T. & Krishnamoorthy, B. (2004) Chemical Composition of Essential Oil of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) Accessions. *J. Spices Aromatic Crops*. 13 (2), 135-139.
- Mimbar, A.S. & Didah, N.F. (2016) Physical Characterization and Essential Oil Properties of West Sumatra Mace and Nutmeg Seed (*Myristica Fragrans* Houtt) at Different Ages at Harvest. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 5 (6), 371-376.
- Mudlofar, D. (2012) Analisis Komposisi Minyak Atsiri Fuli dan Biji Pala Papua (*Myristica argentea* Warb) Dengan GC-MS. *Skripsi S1, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor*, Bogor. 110 hlm.
- Muttaqin, H.M. (2010) Inventarisasi Hama Dominan Pada Tanaman Pala (*Myristica Fragrans* Houtt) Di Kecamatan Meukek Kabupaten Aceh Selatan. <http://aqinhpt.blogspot.com/2010/10/inventarisasi-hama-dominan-pada-tanaman.html>.2010
- Nurdjannah, N. (2007) Teknologi Pengolahan Pala. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian*. Badan Benelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. 65 hlm.
- Patty, J. (2013) Kerusakan Tanaman Pala Akibat Hama dan Penyakit Di Karloming, Kesui, Kabupaten Seram Bagian Timur. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 9 (1), 47-51.
- Piras, A., Rosa, A., Marongiu, B., Atzeri, A., Dessi, M.A., Falconieri, D. & Porcedda, S. (2012) Extraction and Separation of Volatile and Fixed Oils from Seeds of *Myristica fragrans* by Supercritical CO₂: Chemical Composition and Cytotoxic Activity on Caco-2 Cancer Cells. *Journal of food science*.

77 (4), 448-453.

- Purseglove, J., E.G., B., S.L., G. & S.R.J., R. (1981) Spices. In: *Nutmeg and Mace*. Vol I. Longman Inc. New York., 439 p. (174-228).
- Randriani, E., Supriadi., H., Wahyudi, A. & E.A, M.H. (2010) Perbenihan Pala Populasi Ternate 1, Tidore 1 dan Tobelo 1. *Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Industri*. 30 hlm.
- Robert, S.D., R., J.E.X., R. & Yefta, P. (2015) Keragaman Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt) di Kabupaten Kepulauan Sangihe dan Kabupaten Sitaro. *Eegenia*. 21 (3), 1-9.
- Rosyali, D.R. (2016) Identifikasi Sifat Fisik, Mekanik dan Morfologi Buah Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) dari Desa Batu Keramat Kecamatan Kota Agung Kabupaten Tanggamus selama Penyimpanan. *Skripsi S1, Universitas Lampung*. 56 hlm.
- Ruhnayat, A. & Martini, E. (2015) Pedoman Budidaya Pala pada Kebun Campur Bogor, Indonesia. *World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program*. 86 hlm.
- Sasikumar, B., Krishnamoorthy, B., Saji, D.V., Johnson, K.G., Peter, K.V. & Ravindran, P.N. (1999) Spice Diversity and Conservation of Plants that Yield Major Spices in India. *Plant Genetic Resources*. 118, 19-26.
- Sharma, M. V & Armstrong, J.E. (2013) Pollination of *Myristica* and other Nutmegs in Natural Populations. *Tropical Conservation Science*. 6 (5), 595-607.
- Simpson, G.I.C. & Jackson, Y.A. (2002) Comparison of the Chemical Composition of East Indian, Jamaican and Other West Indian Essential Oils of *Myristica fragrans* Houtt. *Journal of Essential Oil Research*. 14 (1), 6-9. doi:10.1080/10412905.2002.9699743.
- Soenarsih, S.D.A.S., Sudarsono, Djoefrie, H.M.H.B. & E.K., Y.W. (2012) Keragaman Spesies Pala (*Myristica* spp.) Maluku Utara berdasarkan Penanda Morfologi dan Agronomi. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 18 (1), 1-9.
- Subarnas, A., Apriyantono, A. & Mustarichie, R. (2010) Identification of Compounds in the Essential Oil of Nutmeg Seeds (*Myristica fragrans* Houtt.) that Inhibit Locomotor Activity in Mice. *International Journal of Molecular Sciences*. 11 (11), 4771-4781. doi:10.3390/ijms11114771.
- Wahyuni, S., Hadad, E. & Bermawie, N. (2016) Usulan Pelepasan Pala Fak-fak. *Dinas Perkebunan Kabupaten Fak-Fak*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 61 hlm.
- Weiss, E.A. (2002) Spices Crops. *CABI Publishing*. New York. 411 p.