

KARAKTER VEGETATIF DAN PRODUKSI AWAL TANAMAN JARAK PAGAR (*JATROPHA CURCAS L.*) AKIBAT PERLAKUAN MUTAGEN COLCHICINE

Agus Zainudin

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang
Alamat Korespondensi : Jl. Raya Tlogomas V / 25

Telpon : 0341-581511, Hp : 08123317247, Email: agzaind@yahoo.co.id

ABSTRACT

Mutation and polyploidization represent some of plant breeding method exploited to increase genetic diversity of physic nut. The result of mutation polyploidization process obtainable superior physic nut polyploid. This research was aimed to study the appearance of physic nut effected by concentration and frequency of colchicine treatment. The type of physic nut used in this research is IP-1A. The combination of concentration colchicine (0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%; 0,6%) and frequency of colchicine solution (6 times, 8 times, 10 times) treated to get a mutant of physic nut. Plant without colchicine as a control. The result of this research indicated that the colchicine cause variation at vegetatif character. There is 3-5 crops having vegetatif size higher than control crop. Treatment of colchicine 0,5% 6x; 0,3% 10x and 0,2% 8x yields higher maximum fruit that is 95-168 fruits compared to control crop yielding 89 fruits.

Key words : Physic nut, polyploid, mutation, colchicines

PENDAHULUAN

Program pemuliaan tanaman jarak pagar di Indonesia oleh Puslitbang Perkebunan sampai saat ini dilakukan melalui seleksi massa terhadap populasi tanaman hasil eksplorsi. Penelitian dan observasi tanaman jarak pagar yang dilakukan para peneliti Balittas telah berhasil mengidentifikasi beberapa genotipa dari NTT, NTB, Jatim, Jateng dan Lampung, namun hasil panen yang diperoleh masih rendah yaitu berkisar antara 154,90-315,63 kg/ha karena tanaman belum berumur satu tahun (Mardjono *et al.*, 2006). Kajian berikutnya diperoleh informasi 7 aksesori jarak pagar yang memiliki harapan produktivitas tinggi, yaitu HS-49 (1097.50 kg/ha), SP-16 (977.50 kg/ha), SP-38 (912.50 kg/ha), SP-8 (656.07 kg/ha), SM-33 (622.50 kg/ha), SP-34 (578.33 kg/ha), dan SM-35 (500 kg/ha) (Sudarmo *et al.*, 2007). Seleksi massa yang dilakukan Puslitbang Perkebunan sudah berhasil mengembangkan populasi komposit IP3 dengan potensi produksi 8-9 ton/ha (Puslitbangun, 2009). Namun demikian, belum ada varietas unggul maupun klon jarak pagar yang dilepas ke petani (Anonymous, 2005; Sudarmo *et al.*, 2007; Media Kita, 2006), sehingga sumber benih masih

mengandalkan pengumpulan dari petani di berbagai daerah (Hariyadi, 2005).

Pengembangan tanaman jarak pagar melalui mutasi dengan memanfaatkan teknologi nuklir telah berhasil dilakukan (Dwimahyani, 2006), meskipun informasi pelepasan varietas unggul jarak pagar hasil mutasi tersebut belum diperoleh. Alternatif metode mutasi lain yang bisa dilakukan adalah mutasi menggunakan senyawa kimia, misalnya colchicine. Efek yang ditimbulkan melalui mutasi dengan colchicine adalah terjadinya penggandaan kromosom atau poliploidisasi.

Mutasi dan poliploidisasi merupakan sebagian metode pemuliaan yang dimanfaatkan untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman jarak pagar. Diharapkan melalui proses mutasi poliploidisasi tersebut dapat diperoleh tanaman jarak poliploid yang lebih unggul. Pengalaman peneliti lain yang telah dilaporkan bahwa induksi poliploid tanaman lavender menghasilkan minyak lebih banyak dan diikuti dengan peningkatan kualitas minyak yang dihasilkan dibandingkan diploid (Urwin, Horsnell, dan Moon, 2005).

Informasi metode mutasi yang mengarah pada poliploidisasi tanaman jarak pagar sampai sekarang

masih sangat terbatas. Karena itu, penelitian ini dirancang untuk mengkaji karakter vegetatif dan produksi awal tanaman jarak pagar yang telah diberi perlakuan beberapa konsentrasi dan frekuensi pemberian larutan colchicine sekaligus langkah awal mendapatkan keragaman genetik baru untuk merakit tanaman jarak pagar poliploid dengan daya hasil yang lebih tinggi.

METODELOGI PENELITIAN

Bahan penelitian yang digunakan antara lain benih tanaman jarak pagar IP1A, colchicine, ethanol 90%, aquades, pupuk kandang, pupuk NPK, insektisida, dan fungisida. Peralatan yang digunakan antara lain gelas ukur, erlenmeyer, pipet ukur, pipet tetes, polibag, jangka sorong, penggaris dan *hand sprayer*.

Penelitian dilakukan di laboratorium Agronomi dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang. Perlakuan yang diberikan berupa kombinasi konsentrasi colchicine (0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%; 0,6%) dan frekuensi pemberian larutan colchicine (6 kali, 8 kali, 10 kali), ditambah kontrol (tanpa penetesan). Benih jarak pagar disemaikan pada polibag yang telah diisi media tumbuh campuran pupuk kandang kambing dan tanah topsoil dengan perbandingan 1:1. Benih jarak pagar yang sudah berkecambah segera diberi perlakuan dengan mutagen colchicine dalam bentuk larutan. Perlakuan pemberian larutan colchicine dengan cara diteteskan pada titik tumbuh kecambah yang telah membuka kotiledonnya. Penetesan larutan colchicine dalam sehari dilakukan dua kali yaitu pada pagi hari sebelum jam 06.00 wib dan setelah jam 17.00 wib. Bibit yang sudah tumbuh dua daun sejati ditanam di lahan percobaan FPP di desa Tegalondo dengan jarak tanam 2x2 m. Pengamatan dilakukan terhadap panjang dan lebar tajuk tanaman, tinggi tanaman, diameter pangkal batang, dan jumlah cabang pada akhir fase vegetatif, serta produksi buah awal (periode buah I). Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel yang memuat ukuran minimum, maksimum, rerata dan standar deviasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap lebar dan panjang tajuk, ukuran diameter, tinggi tanaman, jumlah cabang

dan jumlah buah panen I ditampilkan pada Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1 menunjukkan bahwa tanaman jarak pagar yang diberi perlakuan colchicine 0,1-0,6% dengan frekuensi penetesan 6-10 kali mempunyai ukuran lebar minimum tajuk yang lebih sempit (17-62 cm) dibandingkan tanaman kontrol (78 cm).

Ukuran lebar maksimum tajuk pada tanaman yang diberi perlakuan colchicine secara umum juga lebih sempit (97-130 cm) kecuali pada perlakuan colchicine 3% dan 2% dengan frekuensi 8x yang mempunyai tajuk lebih lebar (136-150 cm) dibanding kontrol (132 cm). Rerata ukuran tajuk tanaman yang diberi perlakuan colchicine juga lebih sempit (70,78-93,48 cm) dibandingkan dengan tanaman kontrol (100,7 cm). Ukuran lebar tajuk tanaman tersebut menunjukkan sebaran yang besar ditinjau dari standar deviasi antara 16,12-27,49. Ukuran panjang tajuk minimum tanaman yang diberi colchicine secara umum lebih sempit (46-75 cm) dibandingkan tanaman kontrol (82 cm) kecuali pada perlakuan 0,5% 6x (92 cm). Ukuran panjang maksimum tajuk tanaman yang diberi colchicine secara umum lebih sempit (129-175 cm) dibandingkan tanaman kontrol (181 cm) kecuali pada perlakuan 0,1% 10x (192 cm); 0,3% 10x (202 cm) dan 0,2% 8x (225 cm). Rerata panjang tajuk semua tanaman yang diberi colchicine lebih sempit (86,78-124,8 cm) dibandingkan tanaman kontrol (134,5 cm). Standar deviasi yang berkisar antara 19,6-35,18 juga menunjukkan besarnya sebaran ukuran panjang tajuk tanaman (Tabel 1).

Tabel 2 menunjukkan diameter minimal pangkal batang tanaman jarak pagar yang diberi perlakuan colchicine relatif lebih kecil (1,275-3,275 cm) dibandingkan tanaman kontrol (3,515 cm) kecuali pada tanaman yang diberi perlakuan colchicine 0,5% 10x (3,61 cm). Diameter maksimal pangkal batang tanaman jarak pagar yang diberi perlakuan colchicine secara umum juga relatif lebih kecil (4,375-5,05 cm) dibandingkan kontrol (5,15 cm), kecuali tanaman dengan perlakuan 0,3% 10x (5,19 cm); 0,1% 8x (5,475 cm); 0,4% 8x (5,525 cm); 0,6% 10x (5,575 cm); 0,2% 8x (6,745 cm). Rerata diameter pangkal tanaman kontrol relatif lebih besar (4,066 cm) dibandingkan tanaman yang diberi perlakuan colchicine, kecuali pada perlakuan 0,5% 10x (4,282 cm) dan 0,2% 8x (4,559 cm). Nilai standar deviasi yang kecil (0,457-1,046)

pada ukuran diameter batang menunjukkan sebaran yang sempit (Tabel 2).

Tinggi minimal tanaman yang diberi perlakuan colchicine secara umum lebih rendah atau sama (52-110 cm) dibandingkan tanaman kontrol (110 cm), kecuali pada perlakuan 0,3% 6x (114 cm); 0,5% 8x (130 cm); dan 0,5% 10x (141 cm). Tinggi tanaman maksimal tanaman kontrol (244 cm) relatif lebih tinggi dari semua tanaman hasil perlakuan colchicine (187-238 cm). Berdasarkan nilai standar deviasi yang besar (26,36-50,41) menunjukkan sebaran ukuran tinggi tanaman yang luas dan beragam (Tabel 2).

Ukuran vegetatif tanaman akibat perlakuan colchicine yang secara umum relatif lebih rendah dibandingkan tanaman kontrol tersebut menunjukkan bahwa perlakuan colchicine menyebabkan terhambatnya pertumbuhan awal tanaman jarak pagar akibat terhambatnya pembelahan mitosis sel-sel pada jaringan titik tumbuh yang ditetesi larutan colchicine. Terhambatnya pertumbuhan awal tersebut berpengaruh pada pertumbuhan berikutnya. Hal tersebut terjadi karena adanya kerusakan kromosom maupun materi genetik pada tanaman yang diperlakukan dengan colchicine.

Sebagian kecil tanaman yang diberi perlakuan colchicine mempunyai ukuran vegetatif yang relatif lebih besar dibanding tanaman kontrol, karena pada proses peningkatan poliploid yang berhasil diakibatkan oleh gagalnya proses mitosis menjelang terbentuknya dua anak sel, sedangkan kromosom sudah mengalami duplikasi maka isi sel tersebut mengandung jumlah kromosom dua kali lipat atau terjadi peningkatan ploidi. Tanaman yang telah meningkat ploidinya biasanya pertumbuhan awalnya akan lambat, tetapi pertumbuhan selanjutnya akan lebih besar ukurannya. Peningkatan ploidi secara morfologi dapat diketahui dengan adanya peningkatan ukuran stomata daun tanaman yang telah diperlakukan colchicine, sebagaimana telah diamati pada periode sebelumnya yang menunjukkan peningkatan ukuran stomata pada tanaman jarak pagar akibat perlakuan colchicine. Poliploidi yang dihasilkan juga dapat dideteksi melalui tingkatan DNA dengan *flow-cytometry*. Hasil deteksi DNA tersebut sama dengan hitungan jumlah kromosom sel ujung akar (Mi-Seon Kim *et al.*, 2003).

Variasi ukuran vegetatif tanaman akibat perlakuan colchicine menunjukkan bahwa proses duplikasi kromosom atau peningkatan ploidi tidak

seluruhnya berhasil 100%. Variasi pada tanaman poliploid juga meningkat akibat peristiwa nondisjunction (segregasi yang tidak normal dari kromosom pada saat meiosis atau mitosis). Variasi juga dapat ditimbulkan oleh ketidakseimbangan gen atau tidak sempurnanya kromosom (Anthony *et al.*, 2000). Peningkatan tersebut juga terjadi karena autotetraploid mempunyai dua kali lipat salinan gen per lokus dibandingkan pada populasi diploid maupun allotetraploid (Brown dan Young, 2000).

Jumlah cabang minimal tanaman kontrol dan sebagian besar tanaman yang diberi perlakuan colchicine relatif sama (1 cabang) kecuali pada perlakuan 0,6% 8x dan 10x (2 cabang) serta 0,1% 10x dan 0,5% 10x (3 cabang). Jumlah cabang maksimum tanaman kontrol sama dengan tanaman yang diberi perlakuan colchicine 0,1% 10x dan 8x serta 0,2% 6x yaitu 6 cabang, sedangkan sebagian besar perlakuan colchicine lainnya mempunyai jumlah cabang yang relatif lebih banyak yaitu 7-15 cabang. Rerata jumlah cabang tanaman yang diberi perlakuan colchicine relatif lebih banyak (2,929-5,667 cabang) dibandingkan kontrol (2,75 cabang). Standar deviasi dari jumlah cabang tanaman tersebut mempunyai nilai yang rendah berkisar 0,886-3,323 (Tabel 3).

Hasil buah pada periode pembuahan awal masih rendah dan belum merata, sehingga hampir seluruh tanaman sampel belum menghasilkan buah kecuali pada perlakuan colchicine 0,1% 8x yang menghasilkan buah minimum 13 buah. Jumlah buah maksimum tanaman jarak pagar akibat perlakuan colchicine umumnya lebih rendah dibandingkan tanaman kontrol (89 buah) kecuali tanaman dengan perlakuan 0,5% 6x (95 buah); 0,3% 10x (114 buah) dan 0,2% 8x (168 buah). Rerata jumlah buah tanaman kontrol juga lebih banyak (40,82 buah) dibandingkan jumlah buah yang dihasilkan hampir semua tanaman yang telah diberi perlakuan colchicine, kecuali pada perlakuan colchicine 0,5% 10 x yang menghasilkan buah rata-rata berjumlah 45,20 buah (Tabel 3).

Tabel 1. Lebar dan Panjang Tajuk Tanaman Jarak Pagar Akibat Perlakuan Konsentrasi dan Frekuensi Penetasan Larutan Colchicine

Perlakuan Colchicine	Lebar Tajuk (cm)			Panjang Tajuk (cm)				
	Min	Max	Rerata	STD	Min	Max	Rerata	STD
0,1% 10x	58,0	107,0	84,33	16,12	64	192,0	110,4	35,18
0,1% 6x	30,0	113,0	74,11	23,15	48	146,0	92,08	28,52
0,1% 8x	44,5	113,5	73,53	19,24	48	148,5	95,27	26,65
0,2% 10x	43,0	115,5	79,44	20,48	54	129,0	101,9	21,03
0,2% 6x	31,0	102,0	75,27	18,92	61	159,0	103,7	23,57
0,2% 8x	62,0	150,0	93,48	21,95	68	225,0	123,8	33,37
0,3% 10x	28,0	118,0	80,42	24,20	50	202,0	101,0	35,13
0,3% 6x	54,0	109,0	85,44	16,83	75	175,0	115,7	31,48
0,3% 8x	42,0	136,0	81,08	23,76	51	152,0	109,3	31,38
0,4% 10x	48,0	104,0	70,78	16,69	51	142,0	86,78	31,35
0,4% 6x	34,0	130,0	72,54	26,34	41	170,0	101,5	34,31
0,4% 8x	30,0	120,0	79,09	25,46	45	160,0	109,7	34,75
0,5% 10x	30,0	109,0	82,67	23,85	92	167,0	124,8	21,65
0,5% 6x	17,0	100,0	77,06	25,18	51	135,0	104,2	24,49
0,5% 8x	35,0	114,0	83,18	19,91	46	132,0	108,3	25,28
0,6% 10x	49,0	97,0	74,18	16,98	62	133,0	100,8	19,60
0,6% 6x	20,0	112,0	75,93	27,49	46	138,0	100,1	27,32
0,6% 8x	43,0	118,0	77,00	23,81	58	150,0	101,2	29,40
Kontrol	78,0	132,0	100,7	18,57	82	181,0	134,5	24,86

Tabel 2. Diameter Batang, Tinggi Tanaman dan Jumlah Cabang Tanaman Jarak Pagar Akibat Perlakuan Konsentrasi dan Frekuensi Penetasan Larutan Colchicine

Perlakuan Colchicine	Diameter Batang (mm)			Tinggi Tan. (cm)				
	Min	Max	Rerata	STD	Min	Max	Rerata	STD
0,1% 10x	3,130	4,555	3,893	0,48	110	223	160,1	32,65
0,1% 6x	2,675	5,585	3,999	0,845	60	226	156,7	43,71
0,1% 8x	2,550	5,475	3,699	0,772	79	204	142,5	29,01
0,2% 10x	2,915	4,850	3,912	0,558	95	204	144,4	26,36
0,2% 6x	2,720	4,880	3,934	0,636	74	193	151,6	31,69
0,2% 8x	3,050	6,745	4,559	0,946	78	238	181,7	41,85
0,3% 10x	2,875	5,190	3,894	0,626	69	218	160,9	39,44
0,3% 6x	1,275	4,545	3,605	1,046	114	207	170,8	30,97
0,3% 8x	2,855	4,665	3,870	0,576	75	187	142,3	36,99
0,4% 10x	2,725	4,775	3,907	0,735	100	212	159,4	35,2
0,4% 6x	2,252	4,375	3,570	0,603	63	203	139,3	41,29
0,4% 8x	2,150	5,525	3,949	0,777	53	209	145,9	38,7
0,5% 10x	3,610	4,890	4,282	0,457	141	229	183,4	29,84
0,5% 6x	2,675	4,380	3,707	0,483	110	220	166,5	37,78
0,5% 8x	3,275	5,000	3,770	0,559	130	229	166,3	26,52
0,6% 10x	3,075	5,575	3,950	0,706	52	192	140,4	31,48
0,6% 6x	2,220	5,050	3,826	0,635	57	190	136,9	42,63
0,6% 8x	2,775	4,830	3,870	0,515	84	210	141,7	37,03
Kontrol	3,515	5,150	4,066	0,536	110	244	185,4	50,41

Tabel 3. Jumlah Buah Tanaman Jarak Pagar (Periode Pembuaian I) Akibat Perlakuan Konsentrasi dan Frekuensi Penetasan Larutan Colchicine

Perlakuan Colchicine	Jml cabang		Standar		Jumlah Buah		Standar Deviasi	
	Min	Max	Rerata	Deviasi	Min	Max		
0,1% 10x	3	6	4,250	0,886	0	61	21,83	23,71
0,1% 6x	1	7	4,056	1,765	0	56	21,17	21,32
0,1% 8x	1	6	3,733	1,387	13	37	27,50	9,81
0,2% 10x	1	11	4,278	2,585	0	87	27,17	30,54
0,2% 6x	1	6	3,333	1,952	0	42	19,17	15,18
0,2% 8x	1	15	4,900	3,323	0	168	39,00	59,86
0,3% 10x	1	8	4,000	2,425	0	114	21,00	45,73
0,3% 6x	1	8	4,222	2,167	0	57	20,17	23,35
0,3% 8x	1	8	4,615	1,895	0	28	9,00	10,56
0,4% 10x	1	9	3,889	2,848	0	31	10,50	11,29
0,4% 6x	1	7	2,929	1,817	0	36	15,67	17,91
0,4% 8x	1	13	4,353	2,827	0	27	9,83	10,15
0,5% 10x	3	8	5,667	1,936	0	87	45,20	41,37
0,5% 6x	1	9	4,444	2,877	0	95	25,83	36,22
0,5% 8x	1	9	4,455	2,583	0	69	18,00	26,80
0,6% 10x	2	12	3,947	2,592	0	34	12,83	16,59
0,6% 6x	1	12	4,267	2,915	0	43	18,33	15,71
0,6% 8x	2	9	3,941	2,135	0	48	19,33	21,97
Kontrol	1	6	2,750	2,188	0	89	40,82	34,90

Berdasarkan nilai standar deviasi pada peubah jumlah buah periode I yang berkisar antara 9,81-59,86 menunjukkan kisaran sebaran yang sangat beragam. Keberhasilan peningkatan ploidi pada tanaman umumnya sangat rendah, termasuk pengaruhnya terhadap peningkatan hasil. Hal tersebut juga dapat dilihat pada peningkatan jumlah buah maksimum tanaman jarak pagar akibat perlakuan colchicine yang hanya 3 tanaman dari 500 sampel tanaman. Diharapkan dari tanaman yang menunjukkan karakter unggul dibandingkan tanaman kontrol dapat diperbanyak dan dikembangkan lebih lanjut untuk memperoleh tanaman jarak pagar poliploid mempunyai daya hasil yang lebih tinggi.

Pengembangan tanaman melalui poliploidisasi dapat meningkatkan laju pertumbuhan 30%-40% per musim diikuti dengan peningkatan hasil tanaman yang diperoleh (Biopact, 2007). Poliploidi buatan tersebut merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan hasil minyak esensial maupun metabolit sekunder berbagai jenis tanaman (Tsevtkov Raev, 2006). Berdasarkan penjelasan tersebut diharapkan keberhasilan terbentuknya tetraploid pada tanaman

jarak pagar nantinya akan diperoleh jenis jarak pagar tetraploid yang unggul karena secara kuantitas dan kualitas produksi biji dan minyaknya meningkat.

Tanaman autotetraploid dapat menguntungkan secara komersial karena pada tanaman tersebut terjadi peningkatan jumlah kromosom yang mengakibatkan pertambahan ukuran sel, ukuran bunga, buah, stomata dan bagian-bagian tanaman lainnya. Hal tersebut disebabkan terjadinya kenaikan produk dari aktifitas gen (protein atau RNA) yang proposional dengan kenaikan jumlah gen dalam sel (Anthony *et al.*, 2000).

Beberapa penelitian mutasi duplikasi kromosom pada tanaman penghasil minyak telah berhasil mendapatkan tanaman unggul yang lebih tinggi hasil minyaknya. Autotetraploid buatan yang diperoleh melalui perlakuan mutasi dengan *colchicine* merupakan salah satu upaya meningkatkan produksi minyak esensial tanaman vetiver ($2n=20$). Jenis tetraploid yang diperoleh memiliki vigor yang lebih baik, perakaran lebih panjang dan lebih tebal. Produksi panen yang dihasilkan dari tanaman tetraploid juga lebih unggul dibandingkan dengan jenis tetra diploidnya dan tanaman kontrol (pembandingan). Secara ekonomis hasil

tanaman tetraploid mempunyai potensi produksi minyak 62,5% lebih tinggi dibanding tetua diploidnya dan 39,2% lebih tinggi dibanding kontrol. Peningkatan hasil tersebut juga berkaitan dengan peningkatan senyawa metabolisme sekunder (Lavania, 1988). Induksi poliploid tanaman lavender menghasilkan minyak 3-5 kali lebih banyak dan diikuti dengan peningkatan kualitas minyak yang dihasilkan dibanding diploid (Urwin, Horsnell, dan Moon, 2005). Poliploidi buatan tersebut merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan hasil minyak esensial maupun metabolit sekunder berbagai jenis tanaman (Tsevtkov Raev, 2006). Pengembangan tanaman melalui poliploidisasi dapat meningkatkan laju pertumbuhan 30%-40% per musim diikuti dengan peningkatan hasil tanaman yang diperoleh (Biopact, 2007).

Hasil penelitian ini belum dapat mengetahui jumlah dan bobot biji jarak pagar yang dihasilkan karena tanaman belum memasuki masa panen akibat tanaman yang ditanam pada dataran di atas 500 meter dpl menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lambat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman jarak pagar yang telah diperlakukan colchicine mempunyai karakter vegetatif yang beragam dan sekitar 3-5 tanaman saja yang mempunyai ukuran vegetatif lebih tinggi dari tanaman kontrol. Perlakuan colchicine 0,5% 6x; 0,3% 10x dan 0,2% 8x menghasilkan buah maksimal lebih tinggi yaitu 95-168 buah dibandingkan tanaman kontrol yang menghasilkan 89 buah.

Terima kasih peneliti sampaikan kepada pimpinan Universitas Muhammadiyah Malang yang telah menyediakan dana penelitian melalui program Penelitian Berbasis Produk DPP UMM.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006 Panduan Umum Pembentukan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor
- Anthony J.F., Griffiths, Jeffrey H. Miller, David T. Suzuki, Richard C. Lewontin, William M. Gelbart, 2000, An Introduction to Genetic Analysis, W.H. Freeman and Company, <http://>

www.ncbini.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?call=bx:View.ShowSection&rid=iga.section.3058

Biopact. 2007. [Polyloid technology brings high yield energy crops. http://biopact.com/2007/03/polyloid-technology-brings-high-yield.html](http://biopact.com/2007/03/polyloid-technology-brings-high-yield.html)

Brown, A.H.D., dan Young, A.G., 2000, Genetic Diversity In Tetraploid Populations Of The Endangered Daisy Rutidosis *Leptorhynchoides* And Implications For Its Conservation, Journal Heredity, August Edition 2000, Vol. 85, No. 2, Pages 122-129, <http://www.nature.com/hdy/journal/v85/n2/full/6887420a.html>

Dwimahyani, I. 2006. Pemanfaatan Teknologi Nuklir Dalam Pengembangan Tanaman Jarak (*Jatropha curcas* L.) Sebagai Bahan Biodesesel / Budi Daya Tanaman Jarak (*Jatropha curcas* L.) Sebagai Tanaman Lorong di Lahan Bermasalah <http://www.batan.go.id/mediakita/current/mediakita.php>

Hariyadi. 2005. Budidaya Tanaman jarak (*Jatropha curcas* L.) sebagai sumber bahan alternatif biofuel. Lokakarya prospektif sumberdaya lokal bioenergi. KNRT-Puspiptek Serpong, Jakarta 14-15 September 2007

Lavania. U.C. 1988. Enhanced productivity of the essential oil in the artificial autopolyploid of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash). *Euphytica Volume 38, Number 3 / July, 1988.* <http://www.springerlink.com/content/k11123j97567khj5/>

Madon, M; Clyde, MM; Hashim, H; Mohd Yusuf, Y; Mat, H; and Saratha, S. Polyploidy Induction of Oil Palm Through Colchicine And Oryzalin Treatments. Journal Of Oil Palm Research Vol. 17 (December 2005) p.110-123. Palmoilis.Mpob.Gov.My/Publications/Jopr17dec-Ms110.Pdf

Media Kita. 2006. Membuat minyak bio-diesel dari jarak pagar. <http://www.batan.go.id/mediakita/current/mediakita.php>

Mi-Seon Kim, Jae-Yeong, Kim, Jong-Seon Eun, 2003, Chromosome Doubling of a Cymbidium Hybrid with Colchicine Treatment in Meristem Culture, National Horticultural Research Institute, R. D. A., Suwon 440-310, Korea Dept. of Horticultural Science, Chonbuk National Univ., Chonju 560-756, Korea <http://www.biolo.aichi-edu.ac.jp/NIOC2003poster/10KoreaCym.pdf>

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2009. Teknologi Jarak Pagar Menjawab Tantangan Krisis Energi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Deptan.

Sudarmo, H., Heliyanto, B., Suwarso, dan Sudarmadji. 2007. Akses potensial jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya II: Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar di Bogor, 29 Nopember 2006. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

Tsevtkov-Raev, R., R. Jordanov, V. Zhelezkov. Induced Polyploidy In Lavender. 2006. International Society for Horticultural Science. ISHS Acta Horticulturae 426: International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants. http://www.actahort.org/members/showpdf?booknr=426_61

Urwin N, Horsnell, J and Moon T. 2005. Improvement of Lavender by Manipulation of Chromosome number. Lavender Bag, 23:5-1. <http://www.rirdc.gov.au/comp04/eoi1.html>