

PENGARUH PERTUMBUHAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) TERHADAP AKUMULASI METABOLIT SEKUNDER TERPENOID

Risanti Dhaniaputri

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pertumbuhan biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) pada berbagai umur dan menganalisis akumulasi senyawa terpenoid yang terkandung didalamnya. Tumbuhan yang diamati sejak kecambah (umur 5 hari) hingga dewasa (umur 27 hari). Untuk senyawa terpenoid metode yang digunakan adalah Kromatografi Gas (GC) dan Kromatografi Gas – Spektroskopi Massa (GC-MS). Biji (kecambah) disiram setiap 3 hari sekali dan dirawat dalam *greenhouse*. Pengambilan sampel dimulai setelah biji berkecambah (umur 5 hari) hingga dewasa (umur 27 hari). Analisis terpenoid dilakukan dengan pembacaan luas area puncak dan konsentrasi senyawa pada kromatogram, sedangkan analisis anatomi dilakukan secara deskriptif dan statistik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jenis terpenoid yang terdapat pada jarak pagar adalah *Alpha-chamigrene* (seskuiterpen), *Neophytadiene* (diterpen) dan *Squalene* (triterpen), sedangkan berdasar luas area puncak dan konsentrasi, terpenoid paling banyak terakumulasi pada sampel tanaman dewasa (27 hari).

PENDAHULUAN

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) adalah salah satu tanaman yang banyak dikembangkan karena bijinya mengandung minyak pengganti bahan baku biodiesel. Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) termasuk famili Euphorbiaceae yang memiliki kandungan senyawa kimia dalam organ-organ tubuhnya. Adanya metabolit sekunder menyebabkan tanaman ini dapat memberikan manfaat atau bahkan bersifat toksik. Salah satu jenis metabolit sekunder yang disintesis oleh jarak pagar adalah terpenoid, terlibat dalam interaksi antar tumbuhan, tumbuhan dengan hewan dan tumbuhan dengan mikroorganisme (Robbers *et al.*, 1996).

Kandungan senyawa dalam biji jarak diantaranya protein, lipid, asam lemak, inhibitor tripsin, saponin, phorbol ester dan lektin (Herrera *et al.*, 2005). Daun, batang, buah, lateks dan kulit kayu mengandung metabolit sekunder diantaranya adalah glikosida, tanin, fitosterol, flavonoid dan steroid saponin. Metabolit sekunder dari jarak pagar menunjukkan adanya aktivitas anti bakteri, anti fungi, agen pengobatan dan pelindung tanaman (Debnath & Bisen, 2008).

Selain bagian biji, bagian tubuh jarak pagar lainnya berguna sebagai pupuk tanaman, pakan ternak dan obat-obatan. Daun jarak dipakai sebagai penyembuh batuk, obat cacing, peluruh batu ginjal, antimalaria dan pakan ulat sutera emas

(*Cricula trifenestrata*, Helf.). Minyak jarak dapat dipakai sebagai obat cuci perut, obat kulit, reumatik dan penyembuh luka. Getahnya untuk pereda perdarahan luka, mengatasi gangguan pencernaan, mengobati sariawan dan sakit gigi. Rebusan akar mampu mengobati radang paru-paru, penyakit sifilis dan cacingan (Prihandana *et al.*, 2007).

Senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu metabolit primer dan sekunder. Semua jenis metabolit primer dibutuhkan untuk kelangsungan hidup tumbuhan, seperti gula fosfat, asam amino, asam nukleat, klorofil dan senyawa organik, sedangkan metabolit sekunder merupakan senyawa yang tidak diperlukan oleh semua jenis tumbuhan bagi pertumbuhan dan perkembangan normal (Salisbury & Ross, 1995). Produk alami biasanya diproduksi dalam struktur sekresi yang bentuknya bervariasi, keberadaannya juga dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, ekologi, dan metode ekstraksinya.

Peran ekologi dan evolusi metabolit sekunder dapat dihubungkan dengan kemampuannya sebagai pertahanan terhadap hewan, menyembuhkan luka pada organ tumbuhan, pelindung terhadap serangan serangga, resisten terhadap mikrobia dan sebagai penarik serangga atau hewan untuk polinasi (Svoboda & Svoboda, 2001).

Didalam tubuh organisme terdapat senyawa metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer yang dibentuk berupa karbohidrat, protein dan lipid

sedangkan untuk metabolit sekunder dapat berupa turunan dari ketiga senyawa diatas, seperti golongan alkaloid, terpenoid dan flavonoid.

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) termasuk famili Euphorbiaceae yang memiliki kandungan senyawa kimia dalam organ-organ tubuhnya. Adanya metabolit sekunder menyebabkan tanaman ini dapat memberikan manfaat atau bahkan bersifat toksik. Salah satu jenis metabolit sekunder yang disintesis oleh jarak pagar adalah terpenoid, terlibat dalam interaksi antar tumbuhan, tumbuhan dengan hewan dan tumbuhan dengan mikroorganisme (Robbers *et al.*, 1996).

Salah satu jenis metabolit sekunder yang terdapat pada jarak pagar adalah golongan terpenoid. Terpenoid memiliki struktur dasar isopren (C_5) dan terdiri atas senyawa monoterpen (C_{10}), seskuioterpen (C_{15}), diterpen (C_{20}), triterpen (C_{30}), tetraterpen (C_{40}) dan poliiisopren (Dewick, 2002). Kerangka karbon yang dihasilkan pada jenis-jenis terpen tersebut merupakan penyambungan dua atau lebih satuan isoprene (C_5). Semakin banyak ikatan karbonnya, semakin sulit menguap karena ikatan karbonnya sulit diputuskan (perlu penambahan suhu). Secara anatomi metabolit sekunder yang dihasilkan oleh suatu organ ditampung dalam sel, ruang, kelenjar atau saluran sekretori (Dickison, 2000).

Keberadaan terpenoid dalam sel tumbuhan akan disintesis dan ditampung

dalam struktur sekretori. Struktur ini biasanya berupa idioblas (bentuknya berbeda dengan sel-sel di sekitarnya) dan melakukan proses sekresi untuk menghasilkan senyawa-senyawa kimia. Sekresi adalah peristiwa pemisahan sejumlah zat atau substansi dari protoplasma atau terisolasi dalam sebagian protoplas. Zat yang disekresikan dapat berupa garam, gula dan senyawa penyusun dinding sel (Hidayat, 1995).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mulai dilakukan pada bulan November 2008 hingga April 2009 dan terbagi dalam 2 tahap, yaitu:

1. Penanaman jarak pagar di *greenhouse* buatan.
2. Analisis kandungan fitokimia dilakukan di dua tempat, yaitu ekstraksi senyawa di Laboratorium Biokimia Fakultas Biologi UGM dan analisis senyawa terpenoid dengan Kromatografi Gas di Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA UGM.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah akar, batang dan daun jarak pagar umur 5, 7, 9, 12, 14, 18, 23 dan 27 hari. Parameter yang diamati adalah proses perkecambahan (pertumbuhan) jarak pagar dan profil kromatogram terpenoid. Pada pengamatan anatomi sampel dikelompokkan pada umur 5 hari, 7 hari, 9 hari, 12 hari, 14 hari dan 18 hari, 23 hari dan 27 hari, kemudian pada

analisis fitokimia sampel dibagi menjadi 5 kelompok umur yaitu umur 5 hari, 7 hari, 9-12 hari, 14 hari dan 18-27 hari Media penanaman jarak pagar berupa campuran tanah subur dalam *polybag*. Metabolit sekunder diikat menggunakan larutan n-heksan.

Cara Kerja

1. Penanaman Biji Jarak.

Tata cara penyemaian dan pembibitan jarak pagar dalam *polybag* mengikuti pedoman yang dijelaskan oleh Prihandana & Hendroko (2006) sebagai berikut.

Bak penyemaian diisi dengan campuran pasir dan tanah sampai setengah bagian bak, kemudian biji-biji jarak diletakkan di atasnya. Media semai dipertahankan selalu dalam keadaan basah dengan memberi cukup air setiap hari dan bak penyemaian ditutup dengan sungkup plastik untuk mempertahankan kelembaban. Tempat penyemaian biji-biji jarak ini adalah dalam *polybag* ukuran kecil yang telah diberi pupuk.

2. Perawatan dan Cara Pengambilan Sampel.

Biji (kecambah) disiram setiap 3 hari sekali dan dirawat dalam *greenhouse*. Pengambilan sampel dimulai setelah biji berkecambah (umur 5 hari) hingga dewasa (umur 27 hari). Sampel yang akan digunakan sebanyak 8 pengamatan, yaitu pada saat tanaman berumur 5 hari, 7 hari, 9 hari, 12

hari, 14 hari, 18 hari, 23 hari dan diakhiri pada umur 27 hari. Berikut adalah gambar sampel jarak pagar mulai umur 5 hari hingga 27 hari.

3. Analisis Fitokimia.

Ekstraksi Terpenoid

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Sampel diiris kecil dan dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 57^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Setelah kering, sampel digerus sampai halus dan ditimbang sebanyak 0,5 g. Sampel kemudian diekstrak dengan 25 ml larutan heksan, diaduk dan didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, ekstrak disaring dengan kertas saring sebanyak 3 kali dan larutan dikeringkan dengan kipas angin sampai menguap serta terbentuk endapan di dasar cawan porselen. Endapan kemudian dilarutkan kembali dalam 5 ml heksan, dicampur sampai endapannya hilang lalu diinjeksikan dalam KG.

Kromatografi Gas (KG)

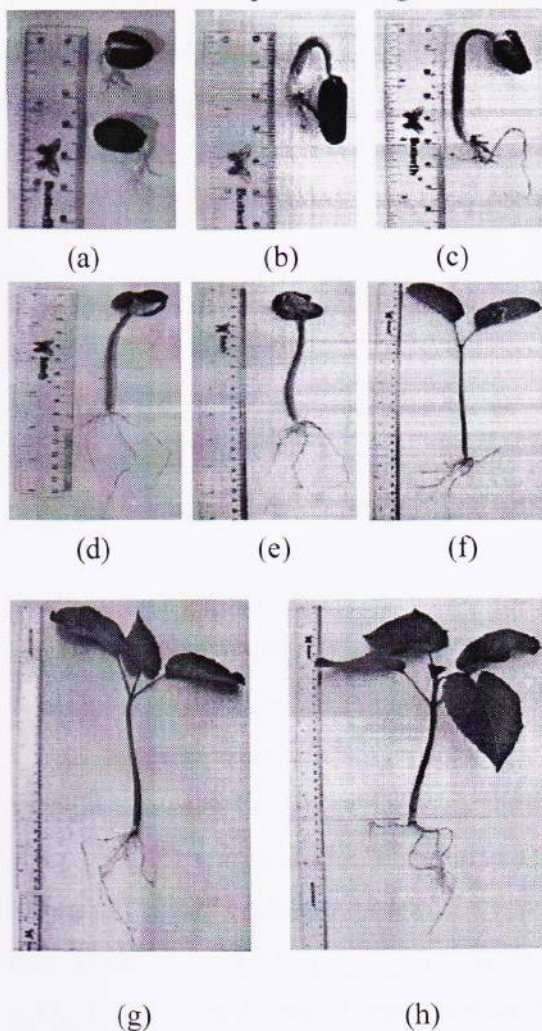
Tiga μl larutan diinjeksikan pada KG, dengan suhu awal 100°C , suhu akhir 300°C , waktu awal 2' dan kenaikan waktunya $10^{\circ}/\text{menit}$. Jenis kolom yang digunakan adalah HP5, jenis detektornya FID dengan suhu 300°C , suhu injektor 300°C dan gas pembawanya adalah helium (He). Hasil analisis KG berupa gambar profil kromatogram senyawa.

Pengamatan dan Analisis Data

Analisis terpenoid dilakukan dengan cara mengelompokkan jumlah puncak (*peak*) pada kromatogram berdasarkan waktu retensi yang sama. Penghitungan luas area senyawa dibandingkan antar kelompok sampel sedangkan penghitungan konsentrasi dibandingkan antar senyawa dalam kelompok umur sampel yang sama. Penentuan jenis senyawa terpenoid selanjutnya dianalisis dengan GC-MS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkecambahan Biji Jarak Pagar



Gambar 1. Sampel jarak pagar umur: a). 5

hari, b). 7 hari, c). 9 hari, d). 12 hari, e). 14 hari, f). 18 hari, g). 23 hari dan h). 27 hari.

Pada umur 14 hari, akar mulai mengalami pertumbuhan sekunder yang ditandai dengan pembelahan kambium, terbentuknya xilem dan floem sekunder. Pada batang umur 18 sampai 27 hari, mulai terbentuk periderm (gabus) dan perluasan daerah kambium yang mengakibatkan korteks terdorong keluar dan akhirnya lepas bersama dengan epidermis dan endodermis. Batang dewasa umur 23 dan 27 hari telah mengalami pertumbuhan sekunder, yaitu terbentuk xilem dan floem sekunder. Xilem sekunder sudah mendesak (menebal ke arah luar/sentrifugal) tetapi belum mengakibatkan korteks lepas.

Sampel tanaman umur 18 hari baru memiliki 1 buah daun dan merupakan fase pertama membentangnya daun secara sempurna. Sampel umur 23 memiliki daun ke-2 sedangkan umur 27 hari memiliki daun ke-3. Organ daun yang tersusun atas epidermis, sel-sel mesofil (berupa jaringan parenkim) dan berkas pengangkut pada umur 18 hari masih terlihat kompak (homogen) karena jaringannya belum terdiferensiasi (Cutter, 1971). Sampel daun ke-1 pada umur 23 dan 27 hari kedudukannya merupakan daun tertua, sebab semakin hari semakin banyak daun-daun yang tumbuh di sebelah atasnya.

Profil Kromatogram Terpenoid

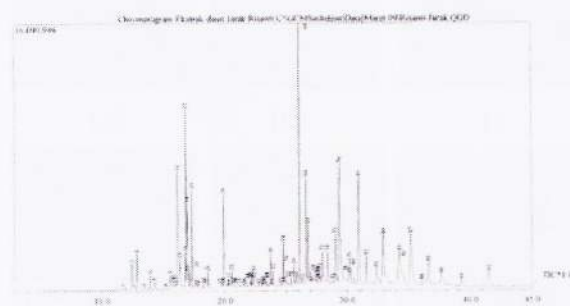
Pada pengujian fitokimia, sampel dibagi menjadi 5 kelompok umur, yaitu umur 5 hari, 7 hari, 9-12 hari, 14 hari dan 18-27 hari. Kelima sampel tanaman diatas dikelompokkan berdasarkan pembagian berikut.

1. Umur 5 hari : sampel masih berupa radikula.
2. Umur 7 hari : sampel berupa gabungan antara hipokotil pendek dan akar.
3. Umur 9-12 hari : sampel berupa gabungan antara akar dan hipokotil yang telah memanjang (berkembang) dan kulit biji lepas.
4. Umur 14 hari : sampel berupa gabungan antara akar, hipokotil dan daun pertama yang belum berkembang karena masih terbungkus oleh kotiledon.
5. Umur 18-27 hari : sampel berupa gabungan antara akar dewasa, hipokotil yang telah berkembang menjadi batang dan daun yang berkembang sempurna.

Pada pengujian terpenoid, sampel akar, batang dan daun yang telah kering diekstrak dengan larutan n-heksan. Heksan merupakan senyawa hidrokarbon alkana dengan formula kimia $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ atau C_6H_{14} . Isomer heksan bersifat tidak reaktif, non-polar dan sering dipakai sebagai pelarut pada reaksi organik.

Karena sifatnya yang non-polar, maka senyawa yang dapat larut dengannya sebagian besar juga bersifat non-polar.

Pengujian menggunakan GC (KG) menunjukkan adanya senyawa dalam sampel yang dapat larut dalam heksan, kemudian terdeteksi dan muncul dalam bentuk puncak (*peak*) pada kromatogram. Pengujian menggunakan GC-MS dilakukan untuk memberikan gambaran jenis senyawa apakah yang terkandung dalam sampel. Jika memiliki struktur dasar (kerangka) isopren (C_5), maka dapat diidentifikasi sebagai senyawa jenis terpenoid. Gambar 1. menunjukkan profil kromatogram GC-MS.



Gambar 2. Profil kromatogram GC-MS ekstrak jarak pagar.

Dari hasil analisis puncak menggunakan GC-MS, diketahui terdapat tiga senyawa yang memiliki kerangka dasar isopren dan termasuk jenis terpenoid. Ketiga senyawa tersebut adalah *Alpha-chamigrene* yang termasuk seskiterpen ($\text{C}_{15}\text{H}_{24}$) pada puncak ke-14, *Neophytadiene* termasuk diterpen ($\text{C}_{20}\text{H}_{38}$) pada puncak ke-17 dan *Squalene* yang termasuk triterpen ($\text{C}_{30}\text{H}_{50}$) pada puncak ke-61.

Setelah mengidentifikasi jenis senyawa yang muncul pada GC-MS, selanjutnya dianalisis besarnya luas area dan konsentrasi senyawa pada kromatogram GC di setiap tahap perkembangan tanaman. Pengujian menggunakan GC didapatkan hasil berupa 93 sampel senyawa. Berikut adalah tabel perbandingan senyawa yang terdeteksi pada masing-masing tahapan perkembangan berdasarkan waktu retensi, luas area dan konsentrasi.

Tabel 1. Perbandingan antara waktu retensi dan luas area terpenoid pada kelompok umur jarak pagar.

No.	Waktu Retensi	5 hari	7 hari	9-12 hari	14 hari	18-27 hari
1.	4.100 – 4.300	56065	23230	14648	20086	0
2.	4.310 – 4.400	0	36333	19107	28510	0
3.	4.410 – 4.500	73064	77811	32564	47532	0
4.	4.510 – 4.600	45417	47647	21651	30924	0
5.	4.610 – 4.700	44715	48893	30166	45480	0
6.	4.710 – 4.800	0	22032	12733	18061	0
7.	4.810 – 4.850	74079	60643	35880	55469	0
8.	4.860 – 4.900	32552	36266	21449	31841	0
9.	4.910 – 5.000	83227	91978	53731	81754	0
10.	5.010 – 5.100	35716	40125	23498	34949	0
11.	5.200 – 5.300	0	19266	11735	18425	0
12.	5.310 – 5.400	43270	53384	32310	48898	0
13.	5.410 – 5.500	343575	401316	227818	333705	52677
14.	5.600 – 5.700	55222	66421	35011	52713	9059
15.	5.710 – 5.900	0	23741	17246	28312	0
16.	6.000 – 6.100	48017	51901	27210	42695	0
17.	6.150 – 6.200	75671	87642	46752	70550	17018
18.	6.210 – 6.280	50947	56439	30292	46944	11088
19.	6.300 – 6.400	71208	83618	44431	65659	16999
20.	6.410 – 6.600	137433	159087	84045	125924	34098
21.	6.610 – 6.700	0	0	6450	0	0
22.	6.710 – 6.800	0	0	9678	16981	0
23.	6.810 – 7.000	475775	549880	286179	428845	152128
24.	7.010 – 7.500	0	0	17327	25762	0
25.	7.510 – 7.550	0	69180	33615	51508	21178
26.	7.560 – 7.600	0	26569	13786	20605	8368
27.	7.610 – 7.700	0	36188	17405	26424	12054
28.	7.710 – 7.800	0	41676	20735	31556	15027

29.	7.810 – 7.850	0	43062	19737	30438	16092
30.	7.900 – 8.000	27305	35624	17184	26359	13857
31.	8.100 – 8.200	73988	86834	41683	62978	39301
32.	8.210 – 9.000	116739	139980	65313	102615	70532
33.	9.800 – 10.000	595663	971870	419808	680686	647639
34.	10.500 – 10.810	80131	96641	42153	65499	66885
35.	10.850 – 11.000	0	0	0	0	5756
36.	12.000 – 12.100	79881	79459	22944	43353	53071
37.	12.200 – 12.500	100616	84134	44319	95932	148610
38.	12.600 – 13.000	0	0	0	0	26986
39.	13.100 – 13.200	0	85059	31130	58403	71679
40.	13.201 – 13.300	77890	0	0	0	12707
41.	13.500 – 14.000	0	0	0	0	102762
42.	14.001 – 14.200	0	0	0	0	29083
43.	14.201 – 14.880	0	23685	26972	0	31623
44.	14.900 – 15.000	0	0	0	0	69455
45.	15.100 – 15.150	0	0	323893	0	0
46.	15.160 – 15.300	1599157	1561303	38865	836855	1772301
47.	15.350 – 15.400	68243	128927	18092	47480	64946
48.	15.430 – 15.500	0	27748	0	0	13677
49.	15.800 – 16.000	0	28252	0	0	0
50.	16.400 – 16.500	0	67291	58058	58550	78290
51.	16.510 – 16.900	0	42044	267616	0	53615
52.	16.950 – 17.000	0	0	314985	0	0
53.	17.010 – 17.100	0	1974648	28790	1965312	3488245
54.	17.105 – 17.180	4826414	1278839	85226	268520	0
55.	17.190 – 17.250	1607882	447159	0	0	402503
56.	17.280 – 17.300	485290	0	0	0	0
57.	17.310 – 17.500	48446	125804	8329	42103	71396
58.	17.700 – 17.800	0	0	0	0	9471
59.	17.810 – 18.000	0	0	0	0	9672
60.	18.010 – 18.100	30852	0	0	0	0
61.	18.150 – 18.200	30768	0	0	0	0
62.	18.500 – 19.000	62646	0	0	0	0
63.	19.100 – 19.200	71355	60163	0	0	20338
64.	19.201 – 19.300	444239	0	0	0	8224

65.	19.500 – 19.700	80027	603733	12314	18193	0
66.	19.710 – 19.800	4935537	205644	0	0	0
67.	19.850 – 19.900	2097112	0	0	0	0
68.	19.910 – 19.950	215201	64765	0	0	0
69.	19.960 – 20.000	224742	0	0	0	0
70.	20.010 – 20.100	565167	58053	0	0	0
71.	20.140 – 20.200	461425	0	0	0	0
72.	20.210 – 20.300	375632	0	0	0	0
73.	20.400 – 20.510	182824	38908	0	0	0
74.	20.550 – 20.600	756702	112699	31598	70439	86465
75.	20.610 – 20.700	392965	0	0	0	0
76.	20.750 – 20.910	829506	258274	14034	0	0
77.	21.000 – 21.100	2008510	0	0	0	0
78.	21.140 – 21.200	83724	26752	0	0	0
79.	21.210 – 21.250	88933	0	0	0	0
80.	21.270 – 21.300	170267	0	0	0	0
81.	21.400 – 21.690	396817	32896	13663	43374	31331
82.	21.700 – 22.000	77002	0	0	0	0
83.	22.500 – 22.800	0	90165	8454	30669	279461
84.	22.805 – 23.000	82525	0	0	0	0
85.	23.100 – 24.000	66915	27943	11930	26132	32474
86.	24.100 – 25.000	0	0	0	41344	49197
87.	25.100 – 25.500	0	0	18829	0	27389
88.	25.510 – 25.600	0	0	0	0	22023
89.	25.700 – 25.850	108139	107636	112122	80935	106090
90.	25.900 – 26.000	0	0	0	0	90583
91.	26.500 – 27.000	0	0	0	115103	181157
92.	29.000 – 30.000	0	0	0	0	40381
93.	32.000 – 33.000	0	0	0	0	64119

Pada waktu retensi 4.100 – 5.400, dapat dideteksi senyawa dalam sampel umur 5, 7, 9-12 dan 14 hari, yang diduga merupakan senyawa monoterpen sedangkan pada umur 18-27 hari senyawa belum terdeteksi. Semakin lama (semakin panjang

waktu retensi), jumlah senyawa pada sampel umur 5, 7, 9-12 dan 14 hari semakin menurun sedangkan pada umur 18-27 senyawa mulai terdeteksi pada pertengahan waktu retensi sampai dengan akhir pengujian. Diduga, kandungan senyawa pada tanaman umur 18-

27 hari ini termasuk golongan triterpen.

Salah satu contoh senyawa yang terdeteksi pada waktu retensi 15.160 mengalami penurunan luas area kemudian meningkat kembali. Senyawa yang turun tersebut terkandung dalam sampel umur 9-12 hari, dimana kondisi morfologinya hipokotil berkembang, belum terbentuk daun dan kulit biji hampir lepas. Diduga hal ini disebabkan karena tanaman tidak memiliki cadangan makanan yang cukup. Endosperm yang kaya akan pati sudah mulai menipis, sedangkan sel mesofil pada daun belum terbentuk sehingga tidak dapat melakukan proses fotosintesis dengan optimal.

Pada sampel umur 5 hari (waktu retensi 15.160 – 15.300), cadangan makanan dalam endosperm masih dapat berfungsi optimal, sampel umur 7 hari endosperm masih dapat mensuplai kebutuhan nutrisi bagi pertumbuhan embrio (hipokotil dan radikula), kemudian sampel 9-12 hari persediaan cadangan makanan dalam endosperm mulai menipis karena kulit biji dan kotiledon hampir lepas, selanjutnya pada umur 14 hari senyawa meningkat kembali disebabkan mulai munculnya bakal daun pertama (meski belum membentang sempurna) dan terakhir pada sampel umur 18-27 hari luas area senyawa terpen mencapai puncaknya (tertinggi) dikarenakan telah terbentuk daun-daun yang membentang sempurna dan batang yang berwarna hijau sehingga dapat menambah persediaan makanan melalui proses fotosintesis, serta struktur akar yang

telah lengkap membantu penyerapan air dan nutrisi dari dalam tanah. Semakin dewasa umur tanaman, cadangan makanan yang diambil dari endosperm semakin menipis (hilang) karena endosperm (kotiledon) telah lepas. Cadangan makanan selanjutnya bagi tanaman didapatkan dari proses fotosintesis yang berlangsung di daun atau sel-sel yang mengandung kloroplas. Produk fotosintesis (glukosa) merupakan prekursor bagi sintesis senyawa metabolit sekunder (Robbers *et al.*, 1996).

Selain menganalisis luas area senyawa dari profil kromatogram GC, diamati pula konsentrasi senyawa terpenoid yang terkandung dalam sampel. Berikut adalah tabel konsentrasi senyawa dari kelima tahap perkembangan.

Tabel 2. Perbandingan antara waktu retensi dan konsentrasi terpenoid pada kelompok umur jarak pagar.

No.	Waktu Retensi	5 hari	7 hari	9-12 hari	14 hari	18-27 hari
1.	4.100 – 4.300	0,2126	0,2069	0,4405	0,3024	0
2.	4.310 – 4.400	0	0,3236	0,5746	0,4293	0
3.	4.410 – 4.500	0,2770	0,6931	0,9792	0,7157	0
4.	4.510 – 4.600	0,1722	0,4244	0,6511	0,4656	0
5.	4.610 – 4.700	0,1695	0,4355	0,9071	0,6848	0
6.	4.710 – 4.800	0	0,1962	0,3829	0,2719	0
7.	4.810 – 4.850	0,2809	0,5401	1,0789	0,8352	0
8.	4.860 – 4.900	0,1234	0,3230	0,6450	0,4794	0
9.	4.910 – 5.000	0,3156	0,8192	1,6157	1,2310	0
10.	5.010 – 5.100	0,1354	0,3574	0,7066	0,5262	0
11.	5.200 – 5.300	0	0,1716	0,3529	0,2774	0
12.	5.310 – 5.400	0,1641	0,4755	0,9716	0,7363	0
13.	5.410 – 5.500	1,3027	3,5745	6,8507	5,0246	0,6014
14.	5.600 – 5.700	0,2094	0,5916	1,0528	0,7937	0,1034
15.	5.710 – 5.900	0	0,2115	0,5186	0,4263	0
16.	6.000 – 6.100	0,1821	0,4623	0,8182	0,6429	0
17.	6.150 – 6.200	0,2869	0,7806	1,4059	1,0623	0,1943
18.	6.210 – 6.280	0,1932	0,5027	0,9109	0,7068	0,1266
19.	6.300 – 6.400	0,2700	0,7448	1,3361	0,9886	0,1941
20.	6.410 – 6.600	0,5211	1,4170	2,5237	1,8960	0,3893
21.	6.610 – 6.700	0	0	0,1940	0	0
22.	6.710 – 6.800	0	0	0,2910	0,2557	0
23.	6.810 – 7.000	1,8040	4,8977	8,6056	6,4572	1,7368
24.	7.010 – 7.500	0	0	0,5210	0,3879	0
25.	7.510 – 7.550	0	0,6162	1,0108	0,7756	0,2418
26.	7.560 – 7.600	0	0,2367	0,4146	0,3103	0,0955
27.	7.610 – 7.700	0	0,3223	0,5234	0,3979	0,1376
28.	7.710 – 7.800	0	0,3712	0,6235	0,4751	0,1716
29.	7.810 – 7.850	0	0,3835	0,5935	0,4583	0,1837
30.	7.900 – 8.000	0,1035	0,3137	0,5167	0,3969	0,1582
31.	8.100 – 8.200	0,2805	0,7734	1,2534	0,9483	0,4487
32.	8.210 – 9.000	0,4426	1,2468	1,9640	1,5451	0,8052
33.	9.800 – 10.000	2,2586	8,6564	12,6240	10,2492	7,3939

34.	10.500 – 10.810	0,3038	0,8608	1,2676	0,9862	0,7636
35.	10.850 – 11.000	0	0	0	0	0,0657
36.	12.000 – 12.100	0,3029	0,7077	0,6899	0,6528	0,6059
37.	12.200 – 12.500	0,3815	0,7494	1,3327	1,4445	1,6966
38.	12.600 – 13.000	0	0	0	0	0,3081
39.	13.100 – 13.200	0	0,7576	0,9361	0,8794	0,8183
40.	13.201 – 13.300	0,2953	0	0	0	0,1451
41.	13.500 – 14.000	0	0	0	0	1,1732
42.	14.001 – 14.200	0	0	0	0	0,3320
43.	14.201 – 14.880	0	0,2110	0,8111	0	0,3610
44.	14.900 – 15.000	0	0	0	0	0,7929
45.	15.100 – 15.150	0	0	9,7397	0	0
46.	15.160 – 15.300	6,0636	13,9064	1,1687	12,6006	20,2339
47.	15.350 – 15.400	0,2588	1,1483	0,5441	0,7149	0,7415
48.	15.430 – 15.500	0	0,2471	0	0	0,1561
49.	15.800 – 16.000	0	0,2516	0	0	0
50.	16.400 – 16.500	0	0,5994	1,7458	0,8816	0,8938
51.	16.510 – 16.900	0	0,3745	8,0474	0	0,6121
52.	16.950 – 17.000	0	0	9,4718	0	0
53.	17.010 – 17.100	0	17,5880	0,8657	29,5919	39,8244
54.	17.105 – 17.180	18,3005	11,3905	2,5628	4,0431	0
55.	17.190 – 17.250	6,0967	3,9828	0	0	4,5953
56.	17.280 – 17.300	1,8401	0	0	0	0
57.	17.310 – 17.500	0,1837	1,1205	0,2504	0,6339	0,8151
58.	17.700 – 17.800	0	0	0	0	0,1081
59.	17.810 – 18.000	0	0	0	0	0,1104
60.	18.010 – 18.100	0,1170	0	0	0	0
61.	18.150 – 18.200	0,1167	0	0	0	0
62.	18.500 – 19.000	0,2375	0	0	0	0
63.	19.100 – 19.200	0,2706	0,5359	0	0	0,2322
64.	19.201 – 19.300	1,6844	0	0	0	0,0939
65.	19.500 – 19.700	0,3034	5,3774	0,3703	0,2739	0
66.	19.710 – 19.800	18,7143	1,8317	0	0	0
67.	19.850 – 19.900	7,9517	0	0	0	0
68.	19.910 – 19.950	0,8160	0,5769	0	0	0
69.	19.960 – 20.000	0,8522	0	0	0	0

70.	20.010 – 20.100	2,1430	0,5171	0	0	0
71.	20.140 – 20.200	1,7496	0	0	0	0
72.	20.210 – 20.300	1,4243	0	0	0	0
73.	20.400 – 20.510	0,6932	0,3466	0	0	0
74.	20.550 – 20.600	2,8692	1,0038	0,9502	1,0606	0,9871
75.	20.610 – 20.700	1,4900	0	0	0	0
76.	20.750 – 20.910	3,1453	2,3004	0,4220	0	0
77.	21.000 – 21.100	7,6158	0	0	0	0
78.	21.140 – 21.200	0,3175	0,2383	0	0	0
79.	21.210 – 21.250	0,3372	0	0	0	0
80.	21.270 – 21.300	0,6456	0	0	0	0
81.	21.400 – 21.690	1,5046	0,2930	0,4109	0,6531	0,3577
82.	21.700 – 22.000	0,2920	0	0	0	0
83.	22.500 – 22.800	0	0,8031	0,2542	0,4618	3,1905
84.	22.805 – 23.000	0,3129	0	0	0	0
85.	23.100 – 24.000	0,2537	0,2489	0,3587	0,3935	0,3707
86.	24.100 – 25.000	0	0	0	0,6225	0,56170
87.	25.100 – 25.500	0	0	0,5662	0	0,3127
88.	25.510 – 25.600	0	0	0	0	0,2514
89.	25.700 – 25.850	0,4100	0,9587	3,3716	1,2186	1,2112
90.	25.900 – 26.000	0	0	0	0	1,0342
91.	26.500 – 27.000	0	0	0	1,7331	2,0682
92.	29.000 – 30.000	0	0	0	0	0,4610
93.	32.000 – 33.000	0	0	0	0	0,7320

Pada tiap sampel terbentuk terpenoid dengan kadar yang berbeda. Konsentrasi terpenoid tertinggi sampel umur 5 hari ada di senyawa no. 66 dengan nilai 18,7%; umur 7 hari ada di senyawa no. 53 dengan nilai 17,6%; umur 9-12 hari ada di senyawa no. 33 dengan nilai 12,6%; umur 14 hari ada di senyawa no. 53 dengan nilai 29,6% dan umur 18-27 hari ada di senyawa no. 53 dengan nilai 39,8%. Berbeda dengan luas area, analisis konsentrasi tidak membandingkan senyawa

antar kelima sampel, namun membandingkan beberapa konsentrasi senyawa dalam satu sampel. Dari data diatas menunjukkan bahwa nilai konsentrasi terpenoid tertinggi tidak sama pada tiap perkembangan tanaman.

KESIMPULAN

Analisis pertumbuhan kecambah dan profil kromatogram fitokimia pada berbagai umur biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) menunjukkan pertambahan jumlah senyawa

kimia yang terkandung didalamnya. Dari berbagai macam jenis fitokimia yang ada menunjukkan adanya senyawa terpenoid, dilihat dari luas area dan konsentrasi senyawa tersebut. Senyawa terpenoid terbesar adalah jenis skualen dari golongan triterpenoid dan paling banyak terakumulasi pada sampel umur 27 hari. Distribusi sel sekretori pada akar, batang dan daun jarak pagar meningkat pada umur tertentu kemudian menurun seiring dengan penambahan umur dan kemampuan metabolismenya.

DAFTAR PUSTAKA

- Cutter, E. G. 1971. *Plant Anatomy: Experiment and Interpretation*. 2nd ed. Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts.
- Debnath, M. & Bisen, P. S. 2008. *Jatropha curcas* L., A Multipurpose Stress Resistant Plant with A Potential for Ethnomedicine and Renewable Energy. *Curr Pharm Biotechnol*. Vol. 9 No. 4, pp. 288-306.
- Dewick, P. M. 2002. *Medicinal Natural Products*. 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, New York.
- Dickison, W. C. 2000. *Integrative Plant Anatomy*. 1st ed. Elsevier Science, California, USA.
- Fahn, A. 1991. *Anatomi Tumbuhan* (terj. Ahmad Soediarso dkk.) Edisi ke-3. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Herrera, M. J., Siddhuraju, P., Francis, G., Davlla-Ortiz, G. & Becker, K. 2005. Chemical Composition, Toxic/antimetabolic Constituent and Effects of Different Treatments on Their Levels, in Four Provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *J. Food. Chem.* Vol. 96, No. 1, pp. 80-89.
- Prihandana, R., Hambali, E., Mujdalifah, S. & Hendroko, R. 2007. *Meraup Untung dari Jarak Pagar*. Edisi 1. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Robbers, J. E., Speedie, M. K. & Tyler, V. E. 1996. *Pharmacognocoy and Pharmacobiotechnology*. Williams & Wilkins, USA.
- Ruzin, S. E. 1999. *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford University Press Inc., New York.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3* (terj. Lukman & Sumaryono). Penerbit ITB, Bandung.
- Svoboda, K. P. & Svoboda, T. G. 2001.

Secretary Structures of Aromatic
and Medicinal Plants. *The. J. Am.*
Bot. Council. Vol. 53, pp. 34-43.