

## Pertumbuhan dan Alokasi Biomassa pada Tanaman *Artemisia annua* L. (Growth and Biomass Allocation of *Artemisia annua* L.)

Wiguna Rahman<sup>1</sup> & Didik Widyatmoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas-LIPI, Jl. Raya Cibodas, Cipanas, Cianjur 43253.

<sup>2</sup>Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI.

Email:wiguna.rahman@gmail.com.

Memasukkan: September 2014, Diterima: Desember 2014

### ABSTRACT

*Artemisia annua* L. is known as one of the plants producing artemisinin, i.e. active compound that is used for anti-malaria therapy. This plant has potency to be cultivated in Indonesia through seedlings and cuttings. The objective of this study was to compare growth and biomass allocation of plants from seedlings and cuttings. The experiment was set using Completely Randomize Design with one factor. The factor is type of plant propagation which cutted plant derived from three different ages of mother plants (1.5, 2, and 2.5 months after planting) and seedlings as control. The result showed that growth and biomass alleviation of the cuttings plants are more rapid than the seedlings. However, the cutting plants were flowering earlier than the seedling. At three months after planted, more than 70% of the cutting plants population have flowered. It is implied that the plants from cutting will loss about 70% of its yield potency than the seedling. On the other hand, there was no significant effects of the ages of mother plants on growth and biomass of the cutted plant ( $p>0.05$ ). Therefore, seedlings were more effective than cutted plant on *A. annua* cultivation.

**Keywords:** *artemisia annua* L., biomass allocation, cuttings, growth, seedlings.

### ABSTRAK

*Artemisia annua* L. merupakan salah satu tanaman yang mengandung Artemisinin, yaitu bahan aktif yang digunakan sebagai bahan baku obat malaria. Tanaman ini memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia melalui biji dan stek. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan pertumbuhan dan alokasi biomassa *A. annua* L. dari bibit asal biji dan stek. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan satu faktor. Faktor percobaan yaitu bahan bibit tanaman yang terdiri atas tanaman asal stek dari tanaman induk berumur 1,5; 2; 2,5 bulan dan tanaman asal biji sebagai kontrol. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan dan biomasa tanaman dari stek lebih cepat dibandingkan dengan tanaman dari biji. Namun, tanaman dari stek lebih cepat berbunga dibandingkan tanaman dari biji. Saat tanaman berumur 3 bulan setelah tanam, lebih dari 70% populasi tanaman dari bibit asal stek telah berbunga. Dengan demikian, pertanaman dari bibit asal stek akan kehilangan potensi hasil lebih dari 70% dibandingkan tanaman asal biji. Sedangkan umur tanaman induk tidak berpengaruh nyata pada semua parameter pertumbuhan tanaman dari stek ( $p>0.05$ ). Oleh sebab itu penggunaan bibit dari biji lebih efektif dibandingkan stek.

**Kata Kunci:** *artemisia annua* L., alokasi biomasa, biji, pertumbuhan, stek.

### PENDAHULUAN

*Artemisia annua* L. merupakan salah satu tanaman yang mengandung senyawa artemisinin yang digunakan dalam pengobatan penyakit malaria. Menurut Ferreira *et al.* (2005), *A. annua* memiliki kadar artemisinin yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan jenis lainnya dalam marga ini. Kadar artemisininnya berkisar antara 0,1-

0,8%. Tanaman ini berasal dari kawasan subtropis Asia (kawasan Cina dan sekitarnya). Namun demikian, *A. annua* memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia (Gusmaini & Nurhayati 2007). Di Indonesia, tanaman ini telah ditanam di kawasan Tawangmangu, Bandung, dan Cibodas.

Kendala yang dihadapi dalam pengembangan budidaya *A. annua* di Indonesia yaitu rendahnya

produktivitas dan ketersediaan bibit yang mengandung kadar artemisinin tinggi. Untuk mendukung usaha tersebut salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu memperbaiki teknik budidaya yang efisien. Salah satunya yaitu teknik perbanyak bibit dalam pengelolaan pembibitan *A. annua*.

Tanaman *A. annua* dapat ditanam dari biji maupun dari stek pucuk. Menurut Ellman (2010), tanaman *A. annua* yang berasal dari stek pucuk, dapat tumbuh lebih kekar dibandingkan tanaman dari biji. Walaupun demikian penanaman dengan menggunakan bibit dari stek ini tidak populer digunakan dalam budidaya *A. annua* di berbagai negara di dunia dibandingkan dengan bibit dari biji (Brisibe *et al.* 2012; Ferreira *et al.* 2005). Salah satu alasannya yaitu biaya dan tenaga kerja untuk pembibitan dari stek lebih tinggi dibandingkan dari biji (Okiror 2006). Walaupun demikian, Ellman (2010) dan Okiror (2006) tidak menunjukkan perbandingan hasil panen antara tanaman asal stek dan biji. Jika hasil panen tanaman dari stek dapat lebih tinggi dibandingkan tanaman dari biji maka dapat dimungkinkan bahwa pemanfaatannya lebih efektif dari biji.

Penanaman *A. annua* dari stek memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dari biji. Diantaranya yaitu bibit lebih cepat siap untuk ditanam di lapangan, tanaman dapat tumbuh lebih seragam dari aksesori yang sama, dan bibit lebih mudah ditransportasikan. Sedangkan keuntungan tanaman asal biji yaitu biaya pembibitan lebih murah. Namun demikian, bibit dari biji relatif tidak dapat tumbuh seragam dalam persemaian dan bibit ini lebih mudah mengalami stress saat transplanting (Okiror 2006).

Artemisinin merupakan metabolit sekunder yang disintesis pada kelenjar trikoma. Kelenjar trikoma tersebut terdapat paling banyak di daun. Oleh sebab itu, hasil biomassa daun berkorelasi positif dengan produktivitas tanaman. Menurut Jha *et al.* (2011), kadar artemisinin tertinggi terjadi pada tahap tanaman akan berbunga.

Tulisan ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan dan alokasi biomassa panen *A. annua* dari bibit asal biji dan stek pucuk. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk pengelolaan pembibitan dalam budidaya *A. annua*.

## BAHAN DAN CARA KERJA

Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan satu faktor. Faktor tersebut yaitu bahan bibit tanaman yang terdiri dari stek dari tanaman induk berumur 1,5; 2 ; 2,5 bulan dan tanaman dari biji sebagai kontrol. Satuan percobaan yaitu petak lahan berukuran 2x5m<sup>2</sup>. Setiap petak berisi 20 tanaman. Setiap satuan percobaan memiliki tiga ulangan.

Tanaman untuk biji dan indukan stek berasal dari benih *A. annua* hasil perbanyak di Cibodas yang berasal dari PT. Kimia Farma, Bandung. Tanaman induk untuk stek ditanam secara bertahap dengan selang waktu 2 minggu pada setiap blok lahan. Benih disemai pada medium campuran pupuk kandang dan serbuk sabut kelapa. Penyemaian dilakukan dalam tiga tahapan dengan interval dua minggu yaitu pada 6 Januari, 20 Januari, dan 3 Februari 2014. Setelah bibit berumur tujuh minggu setelah semai, bibit dipindahkan dalam polybag individu untuk saphan/*hardening*. Bibit kemudian dipelihara dibawah paranet 60%. Setelah bibit berumur satu bulan setelah penyaphan, bibit ditanam di lapangan.

Penanaman di lapangan dilakukan secara bertahap dengan interval 2 minggu. Penanaman pertama dilaksanakan pada 25 Maret 2014, kemudian pada 8 April dan 22 April 2014. Penyetekan dilakukan pada 10 Juni 2014. Sedangkan untuk tanaman dari biji, penyemaian dilakukan pada 23 April 2014. Bibit semai dipindahkan dalam polybag individu pada 3 Juni 2014. Penanaman bibit stek dan biji dilakukan pada 1 Juli 2014.

Stek pucuk dilakukan pada pagi hari sebelum pukul 07.00 untuk menjaga turgiditas bahan stek. Stek diambil dari cabang samping dengan satu stek dari setiap satu tanaman induk. Stek diambil dari cabang samping pada posisi cabang yang beragam secara acak. Hal ini dilakukan karena menurut Okiror (2006), satu tanaman induk berpotensi menghasilkan 150 stek, dengan asumsi demikian maka setiap cabang dapat dijadikan bahan stek. Panjang stek pucuk yaitu 15 cm. Setiap pangkal stekan dibanamkan pada serbuk Rootone-F<sup>TM</sup> sebagai perangsang akar. Stekan ditanam dalam polybag individu dengan menggunakan media campuran pupuk kandang dan serbuk sabut kelapa (1:1v/v). Sedangkan biji

disemai pada media campuran pupuk kandang dan serbuk sabut kelapa (1:1v/v). Setelah tujuh minggu dalam semaian, bibit dipindahkan dalam polybag individu dengan media yang sama selama satu bulan.

Bibit asal stek dan biji ditanam dengan jarak 50x50 cm<sup>2</sup>. Pemupukan menggunakan NPK dengan dosis 40:40:40 kg/ha. Pemupukan dilaksanakan dua kali, yaitu pada saat tanam dan satu bulan setelah tanam. Pada saat tanam diberikan pupuk N dan K setengah dosis dan pupuk P satu dosis. Setengah dosis N dan K diberikan lagi pada satu bulan setelah tanam. Penyiangan gulma dilakukan secara rutin hingga umur 2 bulan.

Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman dan jumlah cabang yang diamati setiap minggu pada 30 tanaman sampel. Bobot basah dan bobot kering biomassa (akar, batang, dan daun), luas area daun, dan persentase tanaman yang berbunga yang diukur pada 1, 2, dan 3 Bulan Setelah Tanam (BST). Bobot biomassa dan luas area daun diukur dari 3 sampel tanaman per ulangan. Luas area daun diukur dari 10 daun (5 daun tua dan 5 daun muda) per sampel yang diketahui bobotnya kemudian dikalikan dengan bobot basah daun per tanaman sampel. Luas daun diukur dengan cara memindai daun dengan scanner Canon MP190. Hasil pindaian kemudian dianalisis dengan perangkat lunak ImageJ untuk windows (<http://imagej.nih.gov/ij/index.html>). Bobot kering diperoleh dengan mengeringkan biomassa dalam oven bersuhu 60°C selama dua hari.

Dari data yang diperoleh dihitung Laju Pertumbuhan Tinggi Tanaman (LPTT), Laju Pertambahan Jumlah Cabang (LPJC) dan Indeks Dominansi Apikal (IDA). LPTT dan LPJC dihitung sebagai hasil dari {(nilai pengukuran akhir- nilai pengukuran awal)/rentang waktu pengamatan}. Indeks Dominansi Apikal (IDA) didefinisikan sebagai jumlah cabang per meter tinggi tanaman. Selain itu dilakukan analisis alokasi biomassa yang meliputi Laju Pertumbuhan Total Relatif (LPTR), Rasio Luas Daun (RLD), Fraksi Bobot Daun (FBD) dan Luas Daun Spesifik (LDS). Perhitungan menggunakan aplikasi analisis pertumbuhan tanaman (Hunt *et al.* 2002). Dari data biomassa dihitung juga rasio akar:tajuk.

Data yang diperoleh kemudian ditabulasi untuk dianalisis. Seluruh parameter di uji statistik

dengan sidik ragam. Jika hasil sidik ragam menunjukkan hasil yang signifikan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

## HASIL

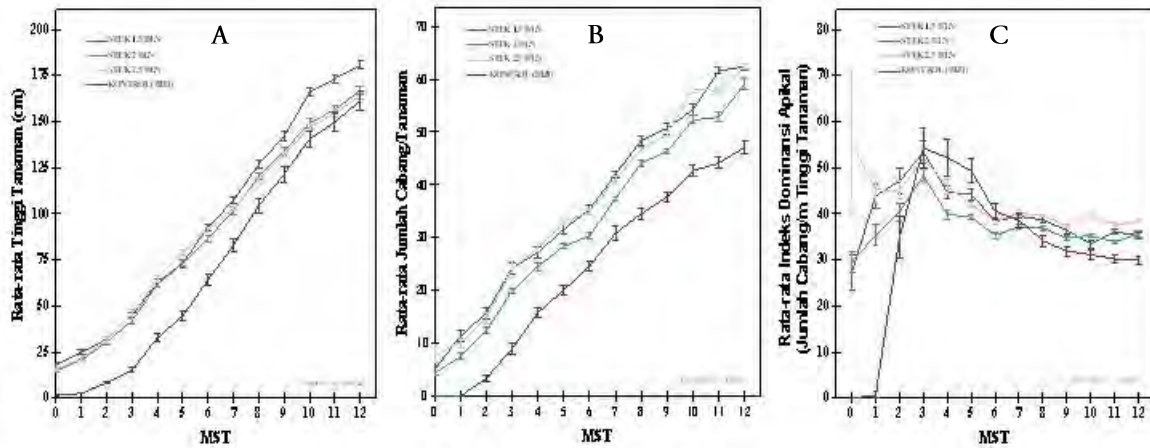
### Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tinggi dan jumlah cabang *A. annua* dapat dilihat pada Gambar 1A dan 1B. Tinggi dan jumlah cabang awal tanaman antara bibit stek dan biji berbeda. Rata-rata tinggi tanaman asal stek pada saat tanam antara 14,78-17,93 cm sementara tanaman asal biji hanya 1,47 cm. Rata-rata jumlah cabang asal stek mencapai 4-8 cabang pada saat tanam, sementara tanaman asal biji rata-rata belum memiliki cabang hingga umur 1 Minggu Setelah Tanam (MST). Percabangan tanaman asal biji mulai terbentuk pada umur 2 MST. Hal inilah yang menyebabkan Indeks Dominansi Apikal (IDA) (Gambar 1C), tanaman asal stek lebih tinggi pada saat tanam, namun kemudian rata-rata nilai IDA tanaman asal biji menyusul hingga mencapai puncaknya pada 3 MST.

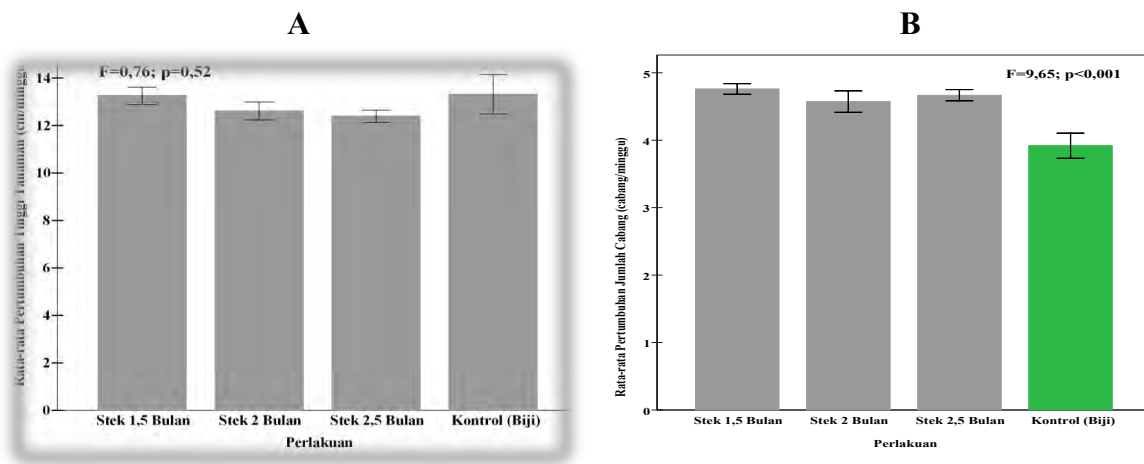
Perbandingan pertumbuhan dianalisis lebih lanjut menggunakan parameter laju pertumbuhan. Hal ini dilakukan karena adanya perbedaan tinggi dan jumlah cabang pada saat awal penanaman. Rata-rata laju pertumbuhan tinggi dan pertambahan cabang terlihat pada Gambar 2A dan 2B. Rata-rata laju pertumbuhan tinggi tanaman bibit asal stek 1,5; 2; 2,5 bulan dan kontrol berturut-turut yaitu 13,26; 12,61; 12,39; dan 13,31 cm/minggu. Rata-rata laju pertambahan cabang bibit asal stek 1,5; 2; 2,5 bulan; dan kontrol, secara berturut-turut yaitu 4,76; 4,57; 4,67; dan 3,92 cabang/minggu. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada tiap perlakuan terhadap laju pertumbuhan tinggi tanaman ( $p>0,05$ ), namun sebaliknya pada laju pertumbuhan jumlah cabang. Tanaman asal stek lebih cepat membentuk percabangan dibandingkan dengan tanaman asal biji.

### Biomassa Tanaman

Hasil pengukuran biomassa menunjukkan bahwa bobot kering total tanaman tidak berbeda nyata antara perlakuan pada 2 dan 3 Bulan Setelah Tanam (BST) ( $p>0,05$ ), seperti terlihat pada Tabel 1. Bobot total tanaman hanya berbeda nyata saat tanaman berumur 1 BST. Hal ini lebih



Gambar 1. A. Rata-rata Pertumbuhan Tinggi *A.annua*, B. Rata-rata Pertambahan Jumlah Cabang *A.annua*, C. Rata-rata Indeks Dominansi Apikal Pertumbuhan *A. annua*, dari bibit asal stek (1,5; 2; 2,5 bulan) dan biji. Batang ralat menunjukkan Rataan±1 Standard Error (n=30 untuk tiap perlakuan).



Gambar 2. A. Laju Pertumbuhan Tinggi *A.annua* (cm/minggu), B. Laju Pertumbuhan Jumlah Cabang *A.annua* (cabang/minggu), dari bibit asal stek (1,5; 2; 2,5 bulan) dan Kontrol (biji). Batang ralat menunjukkan Rataan±1,96 Standard Error (n=30 untuk tiap perlakuan). Batang dengan warna yang sama tidak berbeda nyata pada taraf P=0,05.

disebabkan karena pada umur 1 BST tanaman asal biji memiliki bobot batang yang lebih rendah dibandingkan dengan organ lainnya. Namun bobot batang tanaman asal biji ini pada umur 3 BST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan lainnya. Selain itu rata-rata bobot daun tanaman dari seluruh perlakuan tidak berbeda nyata pada setiap waktu pengukuran. Saat 3 BST bobot daun tanaman berkisar antara 67,03-88,2 gram/tanaman (Tabel 1). Meskipun bobot total, bobot daun, dan bobot batang tanaman pada saat pada 3 BST tidak berbeda

nyata, tetapi tidak untuk bobot akar. Akar dari tanaman asal biji memiliki bobot yang lebih tinggi pada umur 3 BST dibandingkan dari perlakuan tanaman lainnya.

#### Alokasi Biomassa Tanaman

Hasil analisis alokasi biomassa menunjukkan bahwa luas daun pertanaman hanya berbeda nyata antar perlakuan saat berumur 1 Bulan Setelah Tanam (BST) ( $p < 0.01$ ), lihat Gambar 3A. Sedangkan rasio bobot akar:tajuk, fraksi bobot daun, dan luas daun spesifik menunjukkan hasil

Tabel 1. Biomassa Tanaman *A. annua* L. dari Bibit Asal Stek dan Biji pada 1, 2, dan 3 Bulan Setelah Tanam (BST). Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan umur yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf P=0,05.

Perlakuan	Bobot Basah (gram/tanaman)				Bobot Kering (gram/tanaman)			
	Daun	Batang	Akar	Total	Daun	Batang	Akar	Total
1 BST								
Stek 1.5 Bulan	8.7	12,89 b	3.74	25.33	2.08	1,45 b	0.73	4,25 b
Stek 2 Bulan	5.7	8,81 b	2.09	16.6	1.25	1,13 b	0.39	2,78 ab
Stek 3 Bulan	7.71	11,76 b	3.19	22.67	2.36	1,59 b	0.66	4,62 b
Biji	7.37	2,75 a	3.01	21.53	1.17	0,24 a	0.33	1,74 a
	F=1,06 P=0,38	F=5,08 p<0,01	F=1,83 p=0,16	F=2,57 p=0,07	F=2,49 p=0,08	F=7,55 p<0,01	F=2,81 p=0,06	F=4,08 p<0,05
2 BST								
Stek 1.5 Bulan	104.52	202.3	50.09	356.92	31.64	51,76 ab	19.96	103,35 ab
Stek 2 Bulan	131.22	239.81	50.14	421.17	42.4	73,91 b	18.04	134,34 b
Stek 3 Bulan	103.97	190.83	54.81	349.61	33.92	55,31 ab	17.49	106,72 ab
Biji	113.24	210.98	51.68	375.9	26.32	40,31 a	13.85	80,4 a
	F= 0,92 p=0,44	F=0,6 p=0,62	F=0,48 p=0,7	F=0,41 p=0,75	F=2,7 p=0,06	F=3,02 p<0,05	F=0,71 p=0,55	F=2,55 p=0,08
3 BST								
Stek 1.5 Bulan	164.76	544.69	65,01 a	774.46	70.32	249.98	31,19 a	351.49
Stek 2 Bulan	161.73	444.37	84,93 a	691.04	67.03	205.82	38,47 a	311.32
Stek 3 Bulan	212.32	565.9	71,04 a	849.25	88.2	268.44	33,29 a	389.92
Biji	179.6	518.32	163,89 b	771.58	72.54	219.82	63,64 b	356
	F= 1,94 p=0,14	F=0,85 p=0,47	F=9,88 p<0,001	F=1,07 p=0,37	F=1,88 p=0,15	F=1,16 p=0,34	F=8,97 p<0,001	F=0,88 p=0,46

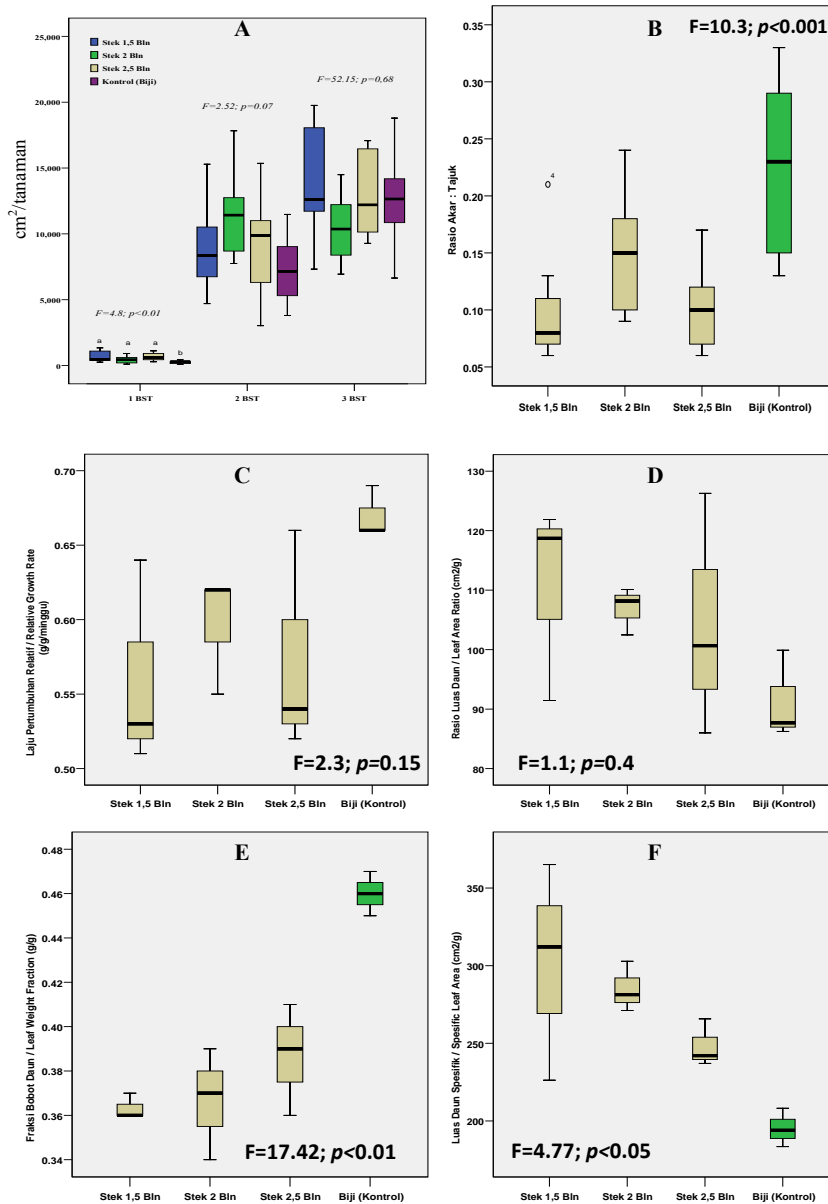
yang berbeda nyata antara perlakuan tanaman dari stek dan kontrol, namun tidak nyata jika dibandingkan antara perlakuan tanaman dari stek, seperti yang terlihat pada Gambar 3B, 3E, dan 3F. Sementara, laju pertumbuhan relatif dan rasio luas daun menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata antar perlakuan tanaman (Gambar 3C dan 3D). Nilai rasio bobot akar:tajuk dan fraksi bobot daun tertinggi terdapat pada tanaman yang berasal dari biji dibandingkan tanaman dari stek.

#### Persentase Tanaman Berbunga

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman yang berasal dari stek lebih cepat berbunga dibandingkan tanaman dari biji seperti yang terlihat pada Gambar 4. Tanaman asal stek pada 1 BST, 37-49% diantaranya telah berbunga, hingga pada saat 3 BST persentase tanaman berbunga mencapai lebih dari 70%. Sedangkan pada tanaman asal biji, persentase jumlah tanaman berbunga pada 3 BST hanya mencapai 4%.

#### PEMBAHASAN

Ellman (2010) menjelaskan bahwa tanaman *A. annua* dari stek tumbuh lebih kekar/*robust* dibandingkan dengan tanaman dari biji. Hasil pengamatan pertumbuhan yang diperoleh dapat mengkonfirmasi hal tersebut. Gambar 2B menunjukkan bahwa tanaman dari stek memiliki laju pertumbuhan jumlah cabang yang lebih tinggi dari biji dengan laju pertumbuhan tinggi yang sama dengan bibit dari biji. Namun tidak terdapat perbedaan yang nyata pada laju pertumbuhan tinggi dan jumlah cabang diantara tanaman asal stek dengan umur induk yang berbeda. Walaupun Gambar 1B, menunjukkan bahwa rata-rata jumlah cabang tanaman dari stek berumur 2 bulan selalu lebih rendah dibandingkan dengan dua stek lainnya. Hal ini kemungkinan berhubungan dengan alokasi biomassa dari tanaman tersebut, dimana stek berumur 2 bulan memiliki rata-rata rasio akar tajuk lebih tinggi dibandingkan dua stek lainnya (Gambar 3B), walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Artinya terdapat kemungkinan bahwa alokasi biomassa pada bibit stek 2 bulan untuk pembentukan cabang

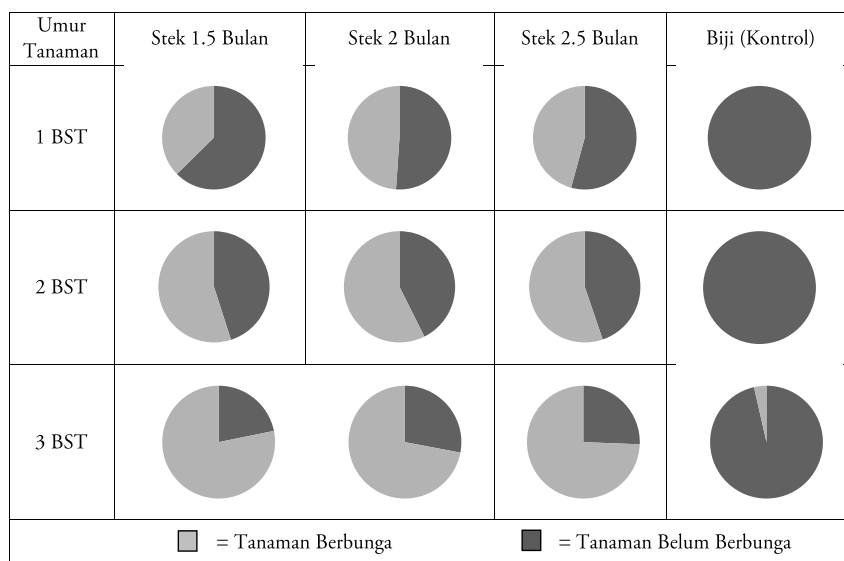


Gambar 3. A. Luas Daun per Tanaman (cm<sup>2</sup>/tanaman), B. Rasio Akar:Tajuk, C. Laju Pertumbuhan Total Relatif (g/g.minggu), D. Rasio Luas Daun (cm<sup>2</sup>/g), E. Fraksi Bobot Daun (g/g), dan F. Luas Daun spesifik (cm<sup>2</sup>/g), *A.annua* dari bibit asal stek (1,5; 2; 2,5 bulan) dan biji. Boxplot dengan huruf yang sama pada 3A dan boxplot dengan warna yang sama pada 3B-F tidak berbeda nyata pada taraf P=0,05.

dialihkan sebagian untuk pembentukan akar yang proporsinya lebih tinggi dibandingkan dengan dua bibit stek lainnya.

Gambar 1C menunjukkan bahwa pada umur 1-3 minggu setelah tanam, nilai Indeks Dominansi Tanaman (IDA) untuk tanaman kontrol meningkat tajam dan kemudian perlahan menurun. Berdasarkan kinetika pertumbuhan tanaman (Salisbury & Ross 1992), pada masa tersebut tanaman asal biji memasuki fase logaritmik yang ditandai

dengan laju pertumbuhan yang tinggi. Setelah itu tanaman akan memasuki fase linier, dimana laju pertumbuhan melambat. Dengan bertambahnya umur, tanaman kemudian akan memasuki fase penuaan, dimana laju pertumbuhan menurun. Selain itu dapat pula diartikan bahwa tanaman asal stek tidak mengalami fase logaritmik atau langsung memasuki fase pertumbuhan linier, dimana laju pertumbuhan relatif stabil. Hal inilah yang menyebabkan tanaman dari stek lebih cepat



Gambar 4. Persentase Berbunga pada Populasi tanaman *A. annua* dari Bibit Stek (1,5; 2; 2,5 bulan) dan Biji pada Umur 1, 2, dan 3 Bulan Setelah Tanam (BST).

berbunga. Kondisi tersebut serupa dengan yang dijelaskan oleh Santoso *et al.* (2008) untuk tanaman Jarak pagar (*Jatropha curcas*) dimana tanaman hasil stek tersebut juga lebih cepat berbunga dibandingkan tanaman dari biji. Pada Jarak pagar, kondisi lebih cepat berbunga dipandang menguntungkan karena yang dipanen adalah biji, sedangkan pada *A. annua* kondisi ini berpengaruh sebaliknya karena yang dipanen adalah daun.

Tingkat juvenilitas tanaman pada populasi tanaman *A. annua* dari biji hingga umur 3 bulan setelah tanam masih dominan dibanding tanaman asal stek. Secara total, peningkatan persentase tanaman berbunga ini akan mengurangi potensi hasil panen. Menurut Jha *et al.* (2011), setelah tanaman *A. annua* berbunga maka bobot kering daun akan menurun hingga 70% dari sebelum tanaman berbunga, demikian pula dengan produktivitas artemisininnya. Dalam penelitian ini tidak diukur biomassa tanaman pada tanaman yang telah berbunga, karena tujuannya bukan itu. Namun jika tanaman yang berbunga tidak dipanen maka penurunan hasil yang diperoleh akan setara dengan jumlah tanaman yang telah berbunga tersebut.

Biomassa daun tanaman *A. annua* asal stek dan biji yang belum berbunga tidak berbeda nyata pada umur 1-3 BST (Tabel 1). Walaupun bobot total biomassa tanaman asal stek lebih tinggi dari biji pada umur 1 dan 2 BST, namun kemudian

menjadi setara saat tanaman berumur 3 BST. Demikian juga dengan laju pertumbuhan relatif tanaman yang tidak berbeda nyata antara tanaman dari stek dan biji. Namun tidak demikian dengan bobot biomassa akar pada 3 BST dan biomassa batang pada 1 dan 2 BST. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan alokasi biomassa antara tanaman dari stek dan biji.

Hasil analisis alokasi biomassa menunjukkan bahwa biomassa pada tanaman dari biji lebih ditujukan untuk perkembangan organ daun, sementara pada tanaman asal stek alokasi tersebut lebih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh nilai fraksi bobot daun dari tanaman asal biji yang lebih tinggi dibandingkan tanaman asal stek (Gambar 3E). Menurut Poorter *et al.* (2012), secara fisiologis alokasi biomassa tersebut berhubungan dengan mobilisasi asimilat antara *sink* dan *source*. Saat tanaman memasuki fase reproduktif maka proporsi organ reproduktif untuk menjadi *sink* dari asimilat tanaman akan menjadi lebih tinggi dibandingkan organ vegetatif. Organ vegetatif seperti daun yang pada awal pertumbuhan merupakan *sink* akan menjadi *source* saat mengalami penuaan (*senescens*) (Himeblau & Amasino 2001). Karena tanaman dari stek lebih cepat mengalami fase dewasa, maka alokasi biomassa akan ditujukan untuk organ reproduktif. Hal inilah yang kemungkinan menyebabkan ratio akar:tajuk tanaman dari stek lebih rendah dibandingkan tanaman dari biji.

Pertumbuhan dan biomassa tanaman asal

stek tidak menunjukkan dipengaruhi oleh umur tanaman induk. Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh asal bahan stek. Dalam percobaan ini posisi cabang untuk bahan stek tidak ditentukan seragam. Menurut Hartmann & Kesters (1990), terdapat perbedaan kompetensi antara bagian tanaman. Bagian pangkal tanaman lebih memiliki kompetensi membentuk bagian vegetatif dibandingkan bagian atas tanaman saat dilakukan uji eksplant lapis tipis. Sehingga terdapat kemungkinan stek yang diambil dari bagian atas tanaman lebih cepat berbunga dibandingkan yang dekat pangkal tanaman. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa beberapa tanaman asal stek belum berbunga hingga 3 BST. Hal ini menunjukkan bahwa tidak seluruh cabang dari tanaman induk dapat dijadikan bahan stek seperti yang diasumsikan oleh Okiror (2006).

## KESIMPULAN

Pertumbuhan, biomassa, dan alokasi biomassa tanaman *A. annua* dari stek dan biji memiliki perbedaan. Tanaman dari stek memiliki laju pertumbuhan cabang lebih tinggi dibandingkan tanaman dari biji. Bobot daun dan bobot total biomassa tanaman dari biji dan stek yang belum berbunga tidak berbeda nyata pada umur 3 BST. Namun demikian, alokasi biomassa untuk organ daun lebih tinggi ditemukan pada tanaman dari biji dibandingkan stek. Hal ini dikarenakan tanaman dari stek akan memasuki fase reproduktif lebih cepat dibandingkan tanaman dari biji. Sehingga alokasi biomassa pada tanaman stek lebih ditujukan untuk mendukung fase reproduktif. Dengan demikian tanaman *A. annua* dari bibit asal stek akan lebih rendah produktivitasnya dibandingkan tanaman dari biji sehingga tidak disarankan untuk digunakan dalam budidaya *A. annua*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini merupakan bagian dari kegiatan kompetitif-LIPI tahun 2012-2014. Ucapan terima kasih disampaikan pada Dr. Tri Muji Ermayanti, Dr. Arthur A. Lelono, dan Erwin Al-Hafizh, M.Si atas dukungannya selama kegiatan berlangsung, Bpk. Munajat (PT. Kimia Farma, Bandung) dan Dr. Yuli (B2P2TOOT, Tawangmangu) atas sumbangan benih, dan Agus Suhatman, M.P.,

Bpk. Dadang, Bpk. Sudrajat, dan Bpk. Latif atas bantuan teknisnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brisibe, EA., O. Udensi, PN. Chukwurah, PM. de Magalhaes, GM. Figueira, & JFS. Ferreira. 2012. Adaptation and Agronomic Performance of *Artemisia annua* L. under Lowland Humid Tropical Conditions. *Industrial Crops and Products*. 39: 190-197.
- Ellman, A. 2010. Cultivation of artemisia annua in Africa and Asia. *Outlook on Pest Management-April 2010*: 84-88.
- Ferreira, JFS., JC. Laughlin, N. Delabays, & PM. de Magalhaes. 2005. Cultivation and Genetics of *Artemisia annua* L. for Increase Production of The Antimalarial Artemisinin. *Plant Genetic Resources*. 3(2): 206-229.
- Gusmaini & H. Nurhayati. 2007. Potensi Pengembangan Budidaya *Artemisia annua* L. di Indonesia. *Perspektif* 6(2): 57-67.
- Hartmann, HT. & DE. Kester. 1990. *Plant Propagation: Principle and Practice*. 5th edition. Prentice Hall International, New jersey.
- Himeblau, E. & RM. Amasino. 2001. Nutrient Mobilized from Leaves of *Arabidopsis thaliana* during Leaf Senescence. *Journal of Plant Physiology*. 158: 1317-1323.
- Hunt, R., DR. Causton, B. Shipley, & AP. Askew. 2002. A Modern Tool for Classical Plant Growth Analysis. *Annals of Botany*. 90: 485-488.
- Jha, P., M. Ram, MA. Khan, U. Kiran, Mahmooduzzafar, & MZ. Abdin. 2011. Impact of Organic Manure and Chemical Fertilizer on Artemisinin Content and Yield in *Aretimisa annua* L. *Industrial Crops and Products*. 33: 296-301.
- Okiror, S. 2006. Nursery Methods and Management for *Artemisia annua* in Uganda. *Technical Paper No.1 Research Project on Nursery Management, Cultivation, and Extraction of Artemisia annua*. NASECO, Hoima, Uganda.
- Poorter, H., KJ. Niklas, PB. Reich, J. Oleksyn, P. Poot, & L. Mommer. 2012. Biomass Allocation to Leaves, Stems, and Roots: Meta-Analyses of Interspecific Variation and Environmental Control. *New Phytologist*.



- 193: 30-50.
- Salisbury, FB. & CW. Ross. 1992. *Plant Physiology*, 4th ed. Wadsworth, Belmont, CA.
- Santoso, BB., Hasnam, Hariyadi, S. Susanto, & B.S. Purwoko. 2008. Potensi Hasil Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) pada Satu Tahun Budidaya di Lahan Kering Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. *Buletin Agronomi*. 36(2): 161-167.