

Potensi Pengembangan Budidaya *Artemisia annua* L. di Indonesia

GUSMAINI dan HERA NURHAYATI
Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik
Indonesian Research Institute for Medicinal Crops and Aromatic
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

ABSTRAK

Artemisia terbukti efektif mengatasi penyakit malaria yang mulai kebal terhadap pil kina. *Artemisia* berasal dari daerah sub tropis (iklim temperate), dan dapat tumbuh baik di daerah tropis. Peluang pengembangan *artemisia* di Indonesia cukup besar. Beberapa wilayah memiliki lingkungan tumbuh yang sesuai bagi pertumbuhan *artemisia* dan klon lambat berbunga yang cocok tumbuh di Indonesia juga tersedia. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya *artemisia* di Indonesia agar produksi dan kadar artemisininnya tinggi antara lain: (1) pemilihan lokasi atau wilayah yang sesuai, (2) pemilihan bahan tanaman yang tepat, dan (3) memanipulasi agronomik seperti pemang-kasan, pemupukan anorganik dan organik, naungan, dan mikroba.

Kata kunci: *Artemisia annua* L., budidaya, artemisinin, pengembangan.

ABSTRACT

Potency of *Artemisia annua* Development in Indonesia

Artemisia as medicinal plant was proven can cure malaria disease more effective than quinine pill. *Artemisia* is introduced plant from sub tropical area but it can grow well in tropical area. The potency to develop *Artemisia* in Indonesia is big since some areas have suitable agro ecology for *Artemisia's* growth and the availability of delayed flowering clones which can grow well in Indonesia. To obtain high yield and also high artemisinin content, some factors need attention in cultivating *Artemisia* in Indonesia: (1) selected location suitable for its growth, (2) selected plant material, and (3) manipulated agro climate environment such as pruning, application of organic and inorganic fertilizer, shading, and microbe application

Keywords: *Artemisinin annua* L., cultivation, artemisinin, development,

PENDAHULUAN

Penyakit malaria merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Plasmodium falciparum*. Penyakit ini cukup serius dan beresiko tinggi karena dapat menyerang manusia dan menyebabkan kematian. Lebih dari 600 juta kasus di dunia terinfeksi penyakit ini, dan menyebabkan 1,7 – 2,5 juta orang/tahun mengalami kematian. Empat puluh persen dari jumlah tersebut terdapat di negara-negara antara lain India, Indonesia, Amerika Latin dan Afrika (WHO, 2004).

Menurut WHO (2004); pil kina selama ini menjadi obat yang diandalkan untuk mengatasi penyakit malaria telah resisten terhadap *Plasmodium falciparum*, sehingga diupayakan untuk mencari alternatif tanaman lain yang mampu mengatasi penyebab penyakit tersebut. Penelitian mengenai hal ini telah dilakukan di luar negeri, dan merekomendasikan bahwa salah satu tanaman obat yang mampu mengatasi secara efektif *Plasmodium falciparum* tersebut yaitu tanaman *artemisia*.

Tanaman *artemisia* merupakan tanaman yang berasal dari daerah sub tropis (iklim temperate) mempunyai banyak species berkisar 200-400 spesies. Hasil penelitian tahun 1972 di Cina menunjukkan bahwa *A. annua* L. Mengandung bahan aktif artemisinin yang sangat efektif mengatasi penyebab penyakit malaria tersebut, yang telah resisten terhadap kina (quinine) (Ebadi, 2002). *A. annua* L. merupakan satu-satunya jenis yang mengandung artemisinin dengan kadar yang cukup tinggi, di alam bervariasi antara 0,1 – 1,8%, bahkan dengan menggunakan hibrida antara klon China dan Vietnam, kandungan artemisinin dapat mencapai 2% (Ferreira *et al.*, 2005).

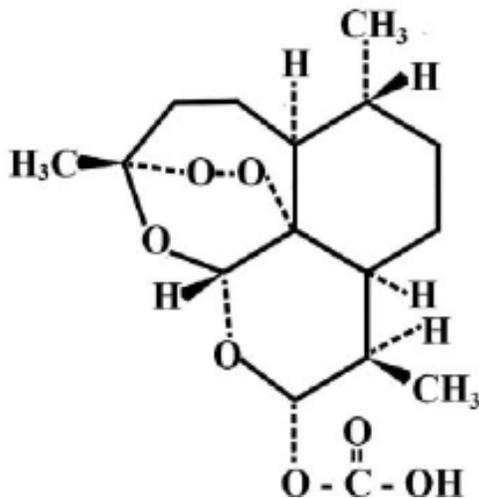
Meskipun *artemisia* berasal dari daerah sub tropis, tetapi dapat dikembangkan di daerah

tropis, melalui pemuliaan (seleksi adaptasi dan hibridisasi) (Woerdenbag *et al.*, 1994; Magalhaes dan Delabays, 1996; Magalhaes *et al.*, 1996; Ban *et al.*, 1999). Beberapa negara di daerah tropis seperti Malaysia, Brazil, Vietnam, Madagaskar, dan Sub Sahara Afrika telah membudidayakan artemisia dan menghasilkan artemisinin yang cukup tinggi yaitu 0,5 – 1,5% (Laugin, 2002).

Mengingat kasus malaria di Indonesia hingga saat ini dan mengindikasikan bahwa kebutuhan bahan baku artemisinin yang besar, seluruhnya masih diimpor, maka upaya pengembangan budidaya artemisia sangat strategis.

KANDUNGAN BAHAN AKTIF ARTEMISININ

Kandungan bahan aktif penting artemisia adalah artemisinin (Gambar 1) yang tergolong dalam senyawa terpenoid. Senyawa artemisinin yang tinggi terutama terdapat pada jaringan bagian atas tanaman (daun dan bunga), sementara di batang kandungannya rendah (Ferreira dan Janick, 1996). Artemisinin terakumulasi pada *glandular trichomes*, suatu organ yang hanya terdapat pada daun, batang dan bunga (Ferreira *et al.*, 1995). Oleh karena itu target budidaya diarahkan pada peningkatan kadar artemisinin dan produksi daun yang tinggi.



Sumber : Jesus, (2003)

Gambar 1. Struktur kimia artemisinin

Akumulasi pembentukan senyawa artemisinin bervariasi menurut klonnya, sehingga perlu penentuan waktu panen yang berbeda. Beberapa hasil penelitian menunjukkan kadar artemisinin tertinggi terjadi sesaat sebelum pembungaan (Acton *et al.* 1985; Liersch *et al.* 1986; El-Sohly, 1990; Woerdenbag *et al.* 1994). Namun untuk klon asal China, kadar artemisinin tertinggi justru tercapai pada saat pembentukan bunga telah sempurna (Ferreira *et al.* 1995).

Asam artemisinic merupakan prekursor penting yang konsentrasinya mencapai 10 kali lipat lebih tinggi dari artemisinin dan dapat dikonversi menjadi artemisinin dengan efisiensi 40%. Untuk menghasilkan artemisinin dari asam artemisinic tidak selalu dapat dilakukan. Pada beberapa jenis (klon), asam artemisinic hampir tidak terdeteksi (Laughlin, 1993).

PENYEBARAN DAN LINGKUNGAN TUMBUH ARTEMISIA

Tanaman artemisia termasuk ke dalam famili *Asteraceae* diyakini sebagai tanaman asli Asia, dan diduga berasal dari China Utara (Mongolia) (Mc Vaugh, 1984) yang terletak pada 40° Lintang Utara dan 109° Bujur Timur (Ferreira *et al.*, 2005). Saat ini tanaman Artemisia telah tersebar ke beberapa negara antara lain Argentina, Bulgaria, Francis, Hungaria, Rumania (khusus dibudidayakan untuk dimanfaatkan minyak atsirinya), Italia, Spanyol, USA dan Yugoslavia (Klayman, 1993).

Tanaman artemisia telah diintroduksi dan telah dibudidayakan di India (Singh *et al.*, 1986), Vietnam, Thailand, Myanmar, Madagaskar, Malaysia, USA, Brazil, Australia dan negara-negara Eropa (Laughlin, 2002). Indonesia mempunyai klon lokal yaitu *A. papuana*, tetapi klon ini belum dibudidayakan dan menurut hasil penelitian yang mempunyai kandungan artemisinin tertinggi adalah *A. annua* L. Oleh karena itu *A. annua* L., telah diintroduksi ke Indonesia, namun tidak jelas kapan waktunya, selain itu juga pemanfaatannya bukan sebagai bahan baku obat anti malaria, melainkan sebagai minyak atsiri.

Artemisia dapat tumbuh dengan baik pada daerah dataran tinggi dengan ketinggian 1000 – 1500 m dpl (Wang, 1961), tanah berpasir atau berlempung yang berdrainase baik dengan pH 5.5-8.5 (pH optimum 6-8), curah hujan 700-1000 mm/tahun (Woerdenbag *et al.*, 1994; Magalhaes dan Delabays, 1996; Ban *et al.*, 1999). Ketersediaan air merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman terutama pada umur 1-2 bulan.

Tanaman artemisia berasal dari daerah subtropis. Untuk dikembangkan di daerah tropis, perlu diperhatikan beberapa hal antara lain adaptasi lingkungan (Woerdenbag *et al.*, 1994) dan adaptasi genetik (Magalhaes dan Delabays, 1996).

Adaptasi Lingkungan

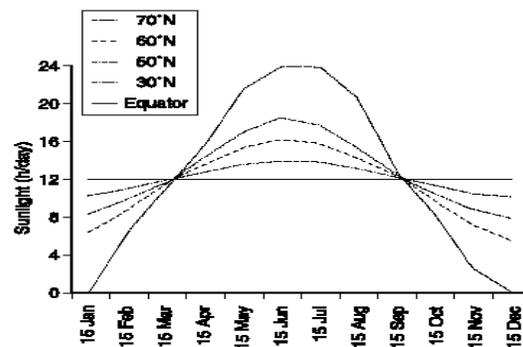
Artemisia termasuk tanaman hari pendek apabila ditanam pada daerah dengan lama penyinaran < 13 jam/hari, akan cepat membentuk bunga. Sebaliknya pada daerah dengan penyinaran lebih dari 13 jam/hari akan lambat berbunga. Dengan demikian pada kondisi di daerah penyinaran > 13 jam tanaman artemisia akan tumbuh optimal, menghasilkan produksi herba dan artemisinin tinggi. Daerah yang dimaksud adalah daerah iklim temperate yang terletak pada kisaran 30 – 40°LU/LS. Bila berada di bawah lintang tersebut maka lama penyinaran < 13 jam/hari. Hubungan lama penyinaran matahari, waktu dan letak posisi belahan bumi, dapat dilihat pada Gambar 2 (Ferreira *et al.*, 2005).

Daerah yang memenuhi kondisi tersebut menghasilkan pertumbuhan tanaman yang sangat baik. Seperti yang dikemukakan oleh Laughlin (2002), klon Vietnam ditanam di Denvort AS, pada musim hujan hingga musim semi menghasilkan tanaman yang lambat berbunga, bahkan ketinggian tanaman dapat mencapai 2 m. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman artemisia masih mampu tumbuh baik pada daerah dengan kisaran 40° LU (Indiana, USA) hingga 42° LS (Tasmania, Australia) (Laughlin, 2002; Ferreira dan Janick, 1995; Simon dan Cebert, 1988; Singh *et al.*, 1986). Data ini mengungkapkan bahwa di

daerah tropis seperti Indonesia, tanaman artemisia masih dapat tumbuh dan berpeluang untuk dikembangkan.

Penanaman artemisia di daerah berlintang rendah berpengaruh terhadap pertumbuhan antara lain sifat tanaman menjadi lebih bervariasi. Penanaman artemisia di Teresina, Piaui Brazil (5°LU) menunjukkan tinggi tanaman bervariasi antara 40-120 cm sebelum terjadinya pembungaan. Sebaliknya pada daerah 5°LS yaitu di Calabar, Nigeria menunjukkan sifat pertumbuhan yang berbeda ada yang cepat dan lambat berbunga.

Permasalahan yang dihadapi di dalam mengintroduksi tanaman sub tropis ke tropis, adalah rendahnya produksi dan kadar artemisinin, sebagai akibat dari perubahan lingkungan antara lain tingginya suhu dan intensitas cahaya, serta penyinaran matahari yang pendek (< 13 jam/hari) sehingga tanaman cepat berbunga. Penelitian di Indiana USA menggunakan klon yang berasal dari Cina ditanam di rumah kaca pada suhu 27°C, tanaman berbunga pada umur 2 minggu pada perlakuan penyinaran kurang dari 13 jam/hari, tetapi pada perlakuan penyinaran lebih dari 13 jam/hari tanaman tidak cepat berbunga. Penelitian lain menyatakan bahwa klon ini memiliki *critical photoperiod* 13 jam 31 menit. (Ferreira *et al.*, 1995).



Sumber: Ferreira *et al.*, (2005)

Gambar 2. Lama penyinaran matahari dalam satu tahun dari garis ekuator (12 jam/hari) hingga 70°LU (24 jam/hari).

Klon yang sama berasal dari China dibandingkan klon Vietnam yang ditanam di Brazil Selatan yang terletak pada 26°11'LS dan ketinggian 760 m. Klon China memerlukan 14 hari pendek (13-15 jam) sebelum pembungaan. Klon Vietnam rata-rata 33 hari pendek sebelum pembungaan. Pada kondisi suhu maksimum 37°C dan minimum 19°C, klon China telah berbunga 100% dengan penyinaran 7, 9, 11, dan 13 jam/hari, sedangkan klon Vietnam yang berbunga 33%. Pada kondisi suhu maksimum 29°C dan minimum 13°C dengan lama penyinaran 7 atau 9 jam/hari, klon Vietnam 100% berbunga. Persentase lama pembungaan pada tanaman Vietnam menurun hingga 83,3% pada 11 jam penyinaran (Marchese *et al.*, 2002). Respon tanaman terhadap lingkungan berbeda-beda, pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa klon China kurang tahan terhadap suhu tinggi dan waktu penyinaran pendek akibatnya tanaman cepat berbunga. Sebaliknya klon Vietnam menunjukkan lebih tahan terhadap suhu tinggi dan kurang tahan terhadap suhu rendah.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tanaman introduksi, dengan tujuan untuk memperpanjang fase vegetatif dan memperlambat fase generatif, telah dilakukan di Vietnam dan Brazil. Meskipun terletak di daerah tropis, negara-negara tersebut mampu membudidayakan artemisia yang dapat menghasilkan kandungan artemisinin tinggi (Laughin, 2002). Adanya klon yang mampu beradaptasi, dan dihasilkannya klon hibrida merupakan pemecahan masalah introduksi tanaman.

Adaptasi Genetik

Budidaya tanaman artemisia di daerah tropis dapat dilakukan dengan memilih klon-klon yang cocok dengan iklim tropis untuk memperkecil permasalahan yang ada. Alternatif pengembangan tersebut dengan cara menanam klon-klon lokal yang memang tumbuh di daerah tropis (Woerdenbag *et al.*, 1994), selain itu melalui adaptasi klon-klon di daerah subtropis ke daerah

tropis dengan cara adaptasi genetik/pemuliaan (Magalhaes dan Delabays, 1996).

Klon-klon yang terdapat di daerah sub tropis umumnya dapat diadaptasikan di daerah sub tropis, namun demikian klon-klon tersebut mempunyai karakteristik tertentu yaitu lambat dan cepat berbunga. Klon yang cocok dibudidayakan di daerah tropis adalah klon yang pembungaannya lebih lambat karena di daerah tropis waktu penyinarannya lebih pendek daripada di daerah sub tropis. Adanya klon yang lambat berbunga dengan kandungan artemisinin 0,5-1,5%, memungkinkan tanaman artemisia dikembangkan di daerah tropis (seperti Vietnam, Madagaskar dan Sub Sahara, Afrika). Meskipun produksi biomasnya tidak setinggi tanaman yang tumbuh di daerah sub tropis (Ferreira *et al.*, 2005). Oleh karena itu adaptasi nomor-nomor yang dapat tumbuh di daerah tropis perlu dilakukan.

HUBUNGAN AGROKLIMAT, PRODUKTIVITAS, DAN KADAR ARTEMISININ

Respon tanaman terhadap agroklimat dapat meningkatkan atau menurunkan produktivitas dan metabolik sekunder tanaman. Agroklimat yang memenuhi persyaratan tumbuh optimal tanaman akan meningkatkan produktivitas dan metabolik sekunder tanaman, dan sebaliknya. Hasil-hasil penelitian yang akan disampaikan mengacu kepada penelitian negara-negara luar, karena di Indonesia artemisia belum dibudidayakan dan penelitiannya sedang dilakukan pada tahap awal.

Ketinggian tempat dan iklim sangat mempengaruhi kandungan bahan aktif. Budidaya pada daerah lintang < 30° dan dataran rendah menghasilkan produksi dan kadar artemisinin rendah. Benih asal Kew Garden, UK., yang ditanam di Lucknow, India, (ketinggian 123 m dengan iklim yang hangat), menghasilkan kandungan artemisinin yang rendah. Sementara penanaman artemisia di Kashmir (ada ketinggian 305m, iklim temperate) menghasilkan kandungan artemisinin cukup tinggi sekitar 1% (Ferreira *et al.*, 2005). Penanaman artemisia pada dataran

tinggi di daerah tropis dapat menghasilkan herba dengan kandungan artemisinin tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian artemisia hibrida antara klon China dan Vietnam yang ditanam di Madagaskar (ketinggian 1500 m dpl) terbukti mampu menghasilkan biomas berat kering daun 4.7 ton/ha dan artemisinin 41,3 kg/ha (Magalhaes *et al.*, 1996).

Tidak hanya faktor iklim dan ketinggian tempat, namun cara budidaya yang benar berperan penting dalam menghasilkan herba yang terstandar. Beberapa hal lain yang perlu diperhatikan antara lain adalah waktu tanam, pemupukan, tanah, dan air.

Waktu Tanam

Penanaman artemisia sebaiknya dilakukan pada awal musim hujan. Menurut Technoserve (2004), *A. annua* sangat rentan terhadap kekeringan terutama pada 2-3 bulan pertama setelah penanaman. Melihat hal tersebut waktu penanaman yang tepat dan ketersediaan air di lokasi penanaman perlu diperhatikan untuk menghasilkan herba dan kadar artemisinin yang optimal.

Penelitian di Vietnam menunjukkan artemisia yang ditanam pada bulan Januari dan dipanen saat masih dalam fase vegetatif (4 BST) menghasilkan produksi biomas kering 5,3 t/ha dengan kandungan maksimum artemisinin 0,86% (produksi artemisinin 45,5 kg/ha). Lama penyinaran saat panen adalah 13 jam 24 menit. Panen yang kedua dilakukan pada saat tanaman akan berbunga menghasilkan biomas kering 3.8 t/ha dengan kandungan artemisinin 0,46%. Lama penyinaran saat panen kedua adalah 11 jam 41 menit. Hal ini menunjukkan klon asal Vietnam lebih baik dipanen sebelum pembentukan bunga (Woerdenbag *et al.*, 1994). Penelitian lain di Madagaskar (1500m dpl) menggunakan artemisia hibrid persilangan klon asal Cina dan Vietnam (ditanam bulan Maret), menghasilkan produksi biomas kering 4.7 t/ha dan produksi artemisinin 41,3 kg/ha saat tanaman dipanen umur 5 BST (Magalhaes *et al.*, 1996). Dengan memperhatikan waktu tanam yang tepat maka hasil herba maupun kadar artemisinin menjadi optimal.

Pemupukan

Pemupukan berperan penting pada produksi biomas tanaman. Biomas tanaman berkorelasi langsung pada produksi total artemisinin. Kebutuhan pemupukan bervariasi menurut daerahnya dan tergantung jenis tanah dan status ketersediaan haranya di dalam tanah.

Di Missisipi pemberian pupuk anorganik dengan dosis 100 kg N, 100 kg P dan 100 kg K, menghasilkan bobot kering daun 1-2 t/ha (WHO, 1988). Di Tasmania, pemberian pupuk dengan dosis 60 kg N, 60 kg P dan 60 kg P menghasilkan berat kering daun 6-12 t/ha. Hasil penelitian di Indiana, menunjukkan penggunaan pupuk dengan dosis 67 kg N/ha dengan populasi 55,555 tanaman/ha, menghasilkan bobot segar biomas 30 t/ha dengan kandungan minyak atsiri 85 kg/ha. Pada populasi yang lebih tinggi (111.111 tanaman/ha), bobot segar biomas yang dihasilkan meningkat tetapi menurunkan rasio daun/batang (Simon *et al.*, 1990). Penggunaan pupuk dengan dosis 64 kgN/ha dapat meningkatkan produksi kering daun (3,88 t/ha) dan produksi artemisinin (40,4 kg/ha) sebesar 51 % dibanding kontrol (Magalhaes *et al.*, 1996).

Penggunaan pupuk sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, selain menyangkut efisiensi dan efektifitas pupuk juga berdampak pada biaya produksi yang pada akhirnya berdampak terhadap produktivitas dan kualitas tanaman. Penggunaan KH_2PO_4 pada kultur jaringan sampai dengan dosis 200 mg/l dapat meningkatkan kadar artemisinin (0,05-0,2%) dan bobot biomas. Sebaliknya dosis di atas 200 mg/l menurunkan kadar artemisinin. Sedangkan bila kekurangan pupuk akan berakibat pada terganggunya proses pertumbuhan tanaman sehingga produktivitas menjadi rendah. Percobaan hidroponik di Brazil memperlihatkan bahwa kekurangan unsur N dan P menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan produksi biomas kering (Figueira, 1996).

Selain pupuk makro, di dalam proses produksi tanaman dibutuhkan pupuk mikro. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah sedikit namun apabila kekurangan dapat menurunkan produktivitas dan kualitas tanaman. Pada

penelitian yang menggunakan media pasir memperlihatkan bahwa kekurangan Fe, Mn, Cu, Zn dan B menurunkan tinggi tanaman (23-63%), bobot segar biomas (19-45%), bobot kering biomas (18-49%) dan kadar artemisinin (Srivastava dan Sharma 1990).

Cara pemberian pupuk akan berpengaruh terhadap efisiensi dan efektifitas pemupukan. Ketidakefisienan pemupukan akan memperbesar biaya produksi. Pemberian pupuk dengan cara membuat larikan 15 cm dari tanaman dengan kedalaman 5 cm di bawah benih dan 7,5 cm di bawah tanaman. Lebar larikan \pm 7,5 cm. Cara aplikasi dengan larikan ini sangat efektif terutama bila fiksasi P menjadi masalah. Hal ini akan memperkecil efek pencucian daripada disebar atau dicampur dengan pupuk lain. Salah satu alternatif untuk memperkecil efek pencucian, terutama pada daerah dengan curah hujan tinggi, adalah dengan membagi dosis pupuk menjadi beberapa agihan (2-3 agihan) dan juga menggunakan beberapa sumber pupuk (Laughlin, 1978).

Tanah

Tanaman artemisia dapat hidup dan tumbuh dengan baik pada tanah-tanah yang mempunyai kisaran pH antara 5,5-8,5 (pH optimum 6-8). Sensitivitas tanaman artemisia terhadap tanah masam (basa), tergantung pada jenis klon yang digunakan. Apabila klon yang ditanam sensitif pada tanah-tanah dengan pH rendah atau tinggi, maka produktivitas tanaman akan menurun, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan atau menurunkan pH tersebut.

Beberapa hasil penelitian terdapat klon-klon yang toleran terhadap tanah-tanah masam atau basa. Klon yang berasal dari China umumnya lebih tahan terhadap tanah asam ataupun basa karena dapat tumbuh pada kisaran pH 5,0-8,2. Sedangkan klon yang berasal dari Yugoslavia dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH yang lebih sempit yaitu 5,4-7,4 (Laughlin, 1993). Penggunaan kapur 10 ton/ha pada klon hibrida China dan Yugoslavia di tanah red kraznozem di Tasmania dapat menaikkan pH dari 5 menjadi 5.5 dan meningkatkan bobot kering biomas dari 1

ton/ha menjadi 6,5 ton/ha. Apabila menggunakan klon China bobot kering biomas meningkat dari 4,5 ton/ha menjadi 9,0 ton/ha. Meskipun produksi kering biomas meningkat, kandungan artemisinin dan asam artemisinin tidak terpengaruh (Ferreira, 2005). Meskipun demikian dengan meningkatnya produksi biomas tanaman maka total produksi artemisinin yang dihasilkan juga meningkat.

Air

Pada awal pertumbuhannya artemisia memerlukan air yang cukup. Menurut Technoserve (2004), *A. annua* sangat rentan terhadap kekeringan terutama pada 2-3 bulan pertama setelah penanaman. Oleh karena itu penanaman sebaiknya dilakukan pada awal musim hujan agar kebutuhan air terpenuhi. Namun apabila ditanam tidak pada awal musim hujan, maka diperlukan irigasi ringan. Frekuensi irigasi yang dilakukan tergantung dari tipe tanah, iklim dan musim (Simon *et al.*, 1990; Laughlin dan Chung, 1992).

Kelengasan tanah harus dipertahankan, untuk mencegah terjadinya "fertilizer burn" yaitu suatu kondisi dimana pengaruh osmotik dari konsentrasi yang tinggi dari unsur N atau K yang akan menyebabkan tanaman menjadi kering karena "terbakar" (Simon *et al.*, 1990; Laughlin dan Chung, 1992). Selain itu juga kekeringan dapat mempercepat proses fase generatif yaitu pembungaan cepat terbentuk. Dampak dari hal tersebut adalah tanaman menjadi pendek akibatnya produktivitas tanaman dan artemisinin menurun. Charles *et al.*, (1993), menyatakan bahwa perlakuan stress air 2 minggu sebelum panen, mengindikasikan penurunan kadar artemisinin, tetapi penelitian lain menyatakan perlakuan stress pada waktu sebelum panen tidak mempengaruhi kadar artemisinin. Secara umum, pemberian stress air sebelum panen tidak akan menurunkan kadar artemisinin (Ferreira *et al.*, 2005)

BUDIDAYA ARTEMISIA DI INDONESIA

Tingginya jumlah penderita penyakit malaria yang menyangkut kehidupan manusia karena

berakibat sangat fatal yaitu dapat menyebabkan kematian, ditambah lagi satu-satunya obat yang selama ini diandalkan untuk mengatasi hal tersebut telah resisten terhadap penyakit malaria. Hal ini mengindikasikan banyaknya kebutuhan artemisinin untuk menanggulangi penyakit malaria. Selain itu lingkungan persyaratan tumbuh yang sesuai dan adanya klon yang mampu beradaptasi dan menghasilkan produksi tinggi, merupakan alasan yang tepat untuk pengembangan artemisia di Indonesia. Dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara-negara lain.

Seperti halnya di Malaysia (5°30' LS), telah dilakukan pembudidayaan artemisia, yang dilaporkan oleh Chan *et al.*, (1995), bibit yang berasal dari klon Hanoi, berumur 3 minggu dipindah ke lapang. Pembungaan terbentuk pada umur 13 minggu, kadar artemisinin maksimum (0,39%) diperoleh 1 minggu sebelum pembungaan. Meskipun kendala yang dihadapi, umumnya sama dengan daerah tropis lainnya yaitu tanaman cepat berbunga dan kadar artemisinin rendah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut di dalam mengembangkan artemisia di Indonesia harus memperhatikan beberapa hal. Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut antara lain: 1) pemilihan lokasi, 2) pemilihan klon, dan 3) memanipulasi lingkungan.

Pemilihan Lokasi

Dalam upaya pengembangan artemisia di Indonesia pemilihan lokasi cocok untuk pertumbuhan tanaman artemisia sangat penting dilakukan untuk memenuhi syarat tumbuhnya. Indonesia yang terletak antara 6° LU – 11° masih memungkinkan untuk pembudidayaan artemisia. Kisaran lingkungan tumbuh artemisia cukup panjang antara 40°LU hingga 42°LS.

Pemilihan lokasi yang optimal di Indonesia paling tidak berada pada posisi 6° L dan 11° LS yaitu pada daerah-daerah utara dan selatan Indonesia, dengan lama penyinaran matahari lebih sedikit dari 12 jam (di atas garis ekuator 0°). Namun demikian daerah-daerah lain yang

memenuhi persyaratan tumbuh secara umum masih memungkinkan untuk dilakukan pengembangan artemisia antara lain ketinggian tempat 1000 – 1500 m dpl, tanah berpasir atau berlempung yang berdrainase baik dengan pH 5,5-8,5 (pH optimum 6-8), dan curah hujan 700-1000 mm/tahun (Woerdenbag *et al.*, 1994; Magalhaes dan Delabays, 1996; Ban *et al.*, 1999).

Pemilihan Klon

Beberapa klon yang ada mempunyai karakteristik tersendiri serta responnya berbeda-beda terhadap lingkungan. Adanya klon yang lambat dan cepat berbunga (Gambar 3), merupakan pilihan untuk dikembangkan dan masing-masing mempunyai kelemahan dan kelebihan. Pemilihan klon yang tepat untuk daerah tropis menurut Ferreira *et al.*, (2005) adalah klon yang lambat berbunga dan diharapkan tanaman dapat tumbuh optimal yaitu bisa mencapai ketinggian > 1.5 m, sehingga menghasilkan produksi herba dan artemisinin tinggi. Pada klon pembungaan lambat, memerlukan waktu yang cukup lama dalam proses produksi (\pm 7-8 bulan), dalam waktu satu tahun hanya dapat dilakukan satu kali penanaman (sama dengan daerah sub tropis).

Akibat intensitas cahaya tinggi dan waktu penyinaran yang pendek, menyebabkan tanaman artemisia mempercepat proses generatif sehingga cepat berbunga. Namun demikian tidak menutup kemungkinan untuk pengembangan klon-klon seperti ini. Hal tersebut merupakan permasalahan dan sekaligus juga keuntungan dalam mengembangkan artemisia dibandingkan dengan daerah sub tropis. Kondisi tersebut memungkinkan penanaman artemisia dapat dilakukan beberapa kali dalam satu tahun, kapan saja dapat ditanam, asalkan ketersediaan air terpenuhi untuk pertumbuhan awal. Hal lain yang dapat dilakukan untuk mengatasi klon yang cepat berbunga adalah dengan optimalisasi lahan hingga jumlah populasi optimal. Dengan demikian dapat dihasilkan produksi total herba maupun artemisinin per tahun cukup tinggi.



(a)



(b)

Gambar 3. Klon cepat berbunga (a) dan lambat berbunga (b)

Selain dua klon introduksi di atas, pemilihan klon lokal juga merupakan alternatif yang perlu dipertimbangkan. Hal ini memerlukan penelitian lebih lanjut seperti di Vietnam dengan mengembangkan klon lokal setempat justru menghasilkan produksi dan kandungan artemisinin tinggi (Ferreira *et al.*, 2005). Cara lain untuk menghasilkan klon yang lebih cocok dengan lingkungan Indonesia adalah melalui hibridisasi. Namun untuk menghasilkan klon hibrida membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang tidak sedikit.

Manipulasi Lingkungan Agroklimat

Selain pemilihan wilayah dan klon yang tepat, faktor agroklimat juga tidak kalah penting. Permasalahan yang dihadapi rendahnya produktivitas tanaman artemisia di iklim tropis, perlu dilakukan upaya melalui memanipulasi lingkungan agroklimat antara lain; kebutuhan air dan waktu tanam yang tepat, bahan organik, pemangkasan, pemupukan, bahan organik penaungan, dan pemberian mikroba.

Pemenuhan kebutuhan air pada awal-awal pertumbuhan (2-3 bulan) atau waktu tanam yang tepat yaitu ditanam pada awal musim penghujan. Apabila kekurangan air pada awal penanaman maka akan mempercepat pembungaan (Technoserve, 2004), sehingga fase vegetatif lebih cepat akibatnya pembentukan daun menjadi lebih sedikit dan berdampak pada produksi herba rendah. Selain itu pemberian bahan organik juga perlu dilakukan untuk menjaga kelembaban tanah, juga memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah.

Untuk merangsang fase vegetatif antara lain pemangkasan, dan pemupukan N secara bertahap (Ferreira *et al.*, 2005). Melalui pemangkasan akan terbentuk cabang-cabang baru sehingga akan tumbuh daun-daun muda lebih banyak. Dengan demikian pemberian pupuk N yang merangsang terbentuknya daun-daun baru, sehingga tanaman dapat menghasilkan produksi daun tinggi. Selain itu penggunaan naungan juga cukup penting untuk mengurangi tingginya intensitas cahaya dan suhu di Indonesia.

Bahan aktif artemisinin adalah hasil dari proses metabolik sekunder yang tergolong di dalam bahan aktif terpenoid khususnya triterpen. Pembentukan metabolik sekunder tersebut, dipengaruhi oleh proses di dalam pembentukan metabolik primer. Pada proses metabolik primer terbentuk prekursor yaitu farnesyl pyrophosphate (FPP) yang merupakan pusat molekul di dalam metabolisme tanaman dan berperan sebagai prekursor langsung dari sesquiterpen (umumnya disintesis langsung di dalam sitoplasma dari FPP) dan triterpen yang dihubungkan dengan biosintesis monoterpen dan tetraterpen. Artemisinin disintesa dari FPP melalui aktivitas dari *prenyltransferase farnesyl diphosphate* (Souret *et al.*, 2003). Pembentukan metabolik primer tersebut dipengaruhi oleh input yang diberikan termasuk unsur hara, karena penyusun FPP pada metabolik primer dipengaruhi oleh unsur fosfat. Untuk meningkatkan kadar artemisinin dapat dilakukan pemberian pupuk P.

Seperti yang dikemukakan di depan bahwa ZPT dapat meningkatkan kadar artemisinin, karena harganya mahal maka sulit untuk diaplikasikan di lapang. Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan mikroba, yang berfungsi selain dapat memfiksasi hara sehingga serapan hara meningkat, juga mengandung fitohormon yang dibutuhkan tanaman.

PERKEMBANGAN PENELITIAN ARTEMISIA DI INDONESIA

Penelitian artemisia di Indonesia diawali dengan pembentukan konsorsium dari beberapa instansi termasuk perguruan tinggi yang dimotori oleh Departemen Kesehatan pada tahun 2006. Hasil pertemuan di Balai Besar Penelitian Tanaman Obat (BPTO) di Tawangmangu, menghasilkan beberapa kesepakatan mengenai pembagian tugas antara lain dari aspek budidaya dan penanganan pasca panen (Balitro, BPTO, Universitas Satya Wacana, dan IPB); dan metode analisis fitokimia, ekstraksi dan isolasi kandungan kimia tanaman *A. annua* (Puslit Kimia LIPI, Puslit Medicine dan Farmasi Depkes, PT.

Kimia Farma, IPB, dan PT. SIL) dan uji coba skala industri (PT. Kimia Farma).

Beberapa hasil penelitian dilaporkan antara lain Kimia Farma (2006), melaporkan produksi daun kering *A. annua* 5 ton/ha dan menghasilkan 10 – 15 kg Artemisinin. Kadar artemisinin dalam simplisia antara 0,25–0,41% (rendah). Sedangkan secara ekonomis untuk menanam artemisia mengandung kadar artemisinin di dalam daun minimal 0,6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P meningkatkan kadar artemisinin, tapi merangsang pembungaan, sehingga produksi rendah (PT SIL, 2006). Budidaya dengan pupuk kandang pada intensitas cahaya 70% (Kimia Farma, 2006), 83% (BPTO, 2006).

Beberapa penelitian budidaya sedang dilakukan antara lain; penelitian peningkatan kadar artemisinin dengan cekaman air dan pupuk nitrogen, penentuan umur panen dan pelayuan untuk meningkatkan kadar artemisinin namun kadar artemisinin yang dilakukan oleh BPTO. Sedangkan Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik (Balitro) sedang melakukan penelitian yang dimulai tahun 2006 dalam upaya meningkatkan produksi dan kadar artemisinin, antara lain melalui pendekatan keragaman genetik dengan menggunakan irradiasi, pengujian adaptasi beberapa klon di dua agroklimat, dan penggunaan pupuk dan mikroba.

KESIMPULAN

Artemisia annua L. cukup potensial untuk dibudidayakan dan dikembangkan di Indonesia mengingat banyaknya penderita penyakit malaria, besarnya kebutuhan obat antimalaria, adanya daerah yang mempunyai lingkungan tumbuh yaitu ketinggian tempat 1000 – 1500 dpl, iklim dengan curah hujan minimal 700-1000 mm/tahun, intensitas cahaya yang rendah dan klon yang sesuai untuk ditanam di daerah tropis yaitu yang lambat berbunga. Beberapa hal yang harus diperhatikan di dalam membudidayakan artemisia di Indonesia agar dapat berproduksi dan mengandung kadar artemisinin tinggi,

antara lain adalah pemilihan lokasi, klon yang cocok dan memanipulasi lingkungan agroklimat antara lain pemangkasan, pemberian pupuk, naungan, bahan organik dan mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- Acton, N., Klayman D.L. and Rollman I.J. 1985. Eductive electrochemical HPLC assay for artemisinin (qinghaosu). *Planta Medica* 51: 445-446.
- Ban, N.T., Y.X. Phuong an C.B. Lugt. 1999. *Artemisia*, L.. In *Medicinal and Poisonous Plants*. I, Edited by L.S de Padna, N. Bunyapraphatasara and R.H.M.J. Lemmens. *Prosea*. 12 (1) : 139-147
- BPTO. 2006. Laporan Hasil Penelitian Artemisia. Disampaikan pada Pertemuan Penyusunan Grand Proposal Artemisia di Tawangmangu, 12-14 September 2006.
- Chan K.L., Teo K.H., Jinadasa S. and Yuen K.H. 1995. Selection of high artemisinin yielding *Artemisia annua*. *Planta Medica* 61: 185-187.
- Charles, D.J., Simon J.E., Shock C.C., Feibert E.B.G. and Smith R.M. 1993. Effect of water stress and post-harvest handling on artemisinin content in the leaves of *Artemisia annua* L. In: Janick J. and Simon J.E. (eds), *New Crops*. New York: John Wiley and Sons, pp. 640-643.
- Ebadi, N. 2002. *Pharmacodynamic Basis of Herbal Medicine*. CRC Press. London- New York- Washington D.C.
- ElSohly, H.N. 1990. A large-scale extraction technique of artemisinin from *Artemisia annua*. *Journal of Natural Products* 53: 1560-1564.
- Ferreira, J.F.S., Simon J.E. and J. Janick. 1995. Developmental studies of *Artemisia annua*: flowering and artemisinin production under greenhouse and field conditions. *Planta Medica* 61: 167-170.
- _____, and Janick J. 1996. Immunoquantitative analysis of artemisinin from *Artemisia annua* using polyclonal antibodies. *Phytochemistry* 41: 97-104.
- _____, J.C. Laughlin, N. Delabays and P.M. de Magalhaes. 2005. Cultivation and genetics of *Artemisia annua* L. for increase production of the antimalarial artemisinin. *Plant Genetic Resources*. III (2) : 206-229.
- Figueira, G.M. 1996. Mineral nutrition, production, and artemisinin content in *Artemisia annua* L. Proceedings of the International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants. *Acta Horticulturae* 426: 573-577.
- Jesus, L.D. 2003. Effects of Artificial Polyploidy in Transformed Roots of *Artemisia annua* L. A thesis. Submitted to the Faculty of Worcester Polytechnic Institute. USA.
- Kimia Farma. 2006. Laporan hasil penelitian Artemisia. Disampaikan pada pertemuan penyusunan grand proposal artemisia di Tawangmangu, 12-14 September 2006.
- Laughlin, J.C. 1978. The effect of band placed nitrogen and phosphorus fertilizer on the yield of poppies (*Papaver somniferum* L.) grown on krasnozem soil. *Acta Horticulturae*. 73: 165-172.
- _____, and Chung B. 1992. Nitrogen and irrigation effects on the yield of poppies (*Papaver somniferum* L.). *Acta Horticulturae* 306: 466-473.
- _____. 1993. Effect of agronomic practices on plant yield and antimalarial constituents of *Artemisia annua* L. *Acta Horticulturae* 331: 53-61.
- _____. 2002. Post-harvest drying treatment effects on antimalarial constituents of *Artemisia annua* L. *Acta Horticulturae* 576: 315-320.
- Liersch, R, Soicke H., Stehr C. and Tullner H.V. 1986. Formation of artemisinin in *Artemisia annua* during one vegetation period. *Planta Medica* 52: 387-390.
- Klayman, D.L. 1993. *Artemisia annua*: from weed to respectable antimalarial plant. In: Kinghorn AD and Balandri MF (eds) *Human Medicinal Agents from Plants*.

- Washington, DC: American Chemical Society, pp. 242–255
- Magalhaes, P.M. de., B. Ferreira, A. Santoratto, J. Oliveira and N. Debruner. 1996. New hybrid of the antimalarial species *Artemisia annua* L. *Abstract*.
- Magalhaes, P.M.N. Delabays. 1996. The Selection of *Artemisia annua* L. for cultivation in tropical region. Proc. Internal Plants Symposium on Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants. Quedlinburg-Germany: 185-188.
- Marchese, J.A., Casiraghi V., Lira R., Tedesco A.C and Rehder V.L.G. 2002. Flowering of *Artemisia annua* L. plants submitted to different photoperiod and temperature conditions. Proceedings of the 1st Latin American Symposium on MAP. Acta Horticulturae 569: 275–280.
- McVaugh, R. 1984. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico. In: Andersohn WR (ed.) Flora Novogaliciana Vol. 12. Compositae. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Simon, J.E. and Cebert E. 1988. *Artemisia annua*: a production guide. In: Simon JE and Clavio LZ (eds). Third National Herb Growing and Marketing Conference. Purdue University Agricultural Experimental Station Bulletin No. 552. West Lafayette, IN: Purdue University, pp. 78–83.
- Simon, J.E., Charles D., Cebert E., Grant L., Janick J. and Whipkey A. 1990. *Artemisia annua* L.: a promising aromatic and medicinal. In: Janick J. and Simon J. (eds) Advances in New Crops. Portland, OR: Timber Press, pp. 522–526
- Singh A, Kaul V.K., Mahajan V.P., Singh A., Misra L.N., Thakur R.S. and Husain A. 1986. Introduction of *Artemisia annua* in India and isolation of artemisinin, a promising antimalarial drug. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences 48:137–138.
- Souret, Fré'de'ric F., Yoojeong Kim, Barbara E. Wyslouzil, Kristin K. Wobbe, 3 Pamela J. Weathers. 2003. Scale-Up of *Artemisia annua* L. Hairy Root Cultures Produces Complex Patterns of Terpenoid Gene Expression. Biotechnology And Bioengineering. 83 (6).
- Srivastava, N.K. and Sharma S. 1990. Influence of micronutrient imbalance on growth and artemisinin content in *Artemisia annua*. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences 52: 225–227.
- Technoserve. 2004. Report into the feasibility of : Production of *Artemisia annua* in Tanzania and Kenya and extraction of artemisinin in Tanzania and Kenya. Technoserve, Tanzania, October 2004.
- Wang, C.W. 1961. The forests of China, with a survey of grassland and desert vegetations. In Harvard University Maria Moors Cabot Foundation No. 5. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 171–187.
- Woerdenbag, H.J., N. Pras N.G. Chan, B.T. Bang, R. Bos, W. Uden, T.P. Boi, S. Batterman and C.B. Laught. 1994. Artemisinin related sesquiterpenes and essential oil in *Artemisia annua* during vegetation period in Vietnam. *Planta Medica*. 60 : 272-275.
- WHO/MAL. 1998. The Use of Artemisinin and its Derivatives as Anti-malarial Drugs: Report of a Joint CTD/DMP/TDR Informal Consultation. Division of Control of Tropical Diseases, Malarial Unit: 33. Geneva: WHO.
- WHO. 2004. More than 600 million people need effective malaria treatment to prevent unacceptably high death rates. Press release WHO/29, 22 April.