

Review: Borneol - potensi minyak atsiri masa depan

Borneol - future potential of essential oils

GUSMAILINA

Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Badan Litbang Kehutanan, Jalan Gunung Batu No. 5. Bogor 16164, Jawa Barat.
Tel./Fax.: +62-251-8633378; 8633413. ✉email: gsmlina@gmail.com

Manuskrip diterima: 2 Desember 2014. Revisi disetujui: 27 Januari 2015.

Abstrak. Gusmailina. 2015. Borneol - potensi minyak atsiri masa depan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (2): 259-264.* Borneol adalah salah satu komoditas hasil hutan bukan kayu yang banyak tersebar di alam sebagai komponen minyak atsiri. Di bidang industri borneol digunakan sebagai bahan baku penyusun parfum, bahan pengester dan bahan farmakop sebagai antiseptic, antispasmodic, carminative, cardiac stimulant, respiratory aid, dan anthelmintic. Di China Borneol juga dikenal dengan nama Bing Pian, banyak digunakan sebagai bahan pencampur pada pembalut wanita karena berfungsi untuk mengurangi rasa sakit dan tekanan pada saat haid, mengurangi rasa sakit pada otot dan sendi, membantu membersihkan darah beku, mencegah pemkembang biakan kuman serta masih banyak kegunaan lainnya. Borneol dalam bentuk kristal merupakan komponen yang dihasilkan dari getah pohon yang sangat dibutuhkan oleh pasar internasional. Di pasaran borneol kristal umumnya diciptakan secara sintesis dari minyak terpenin atau kamper. Tulisan ini menyajikan informasi tentang borneol serta prospeknya sebagai komoditi atsiri Indonesia. Borneol asal *Dryobalanops aromatica* banyak dicari sebagai bahan pengobatan alternatif, dan aromaterapi. Penggunaan borneol secara tepat, dapat mengatasi masalah pembekuan darah pada otak atau jantung. Akan tetapi pengelolaannya harus mengikuti kaidah cara pemungutan yang berkelanjutan dan sustainability, serta harus dibawah pengawasan yang ketat dari pihak yang terkait. Saat ini untuk mendapatkan borneol, tidak harus menebang pohon, melainkan hanya di sadap minyaknya, kemudian ditransformasi menjadi kristal. Harga kristal borneol jauh lebih mahal daripada minyak. Oleh sebab itu harus ada standar dan pengawasan yang ketat agar penjualan komoditi ini harus dalam bentuk kristal.

Kata kunci: Borneol, *Dryobalanops aromatica*, atsiri, potensi, manfaat, prospek

Abstrak. Gusmailina. 2015. Borneol - future potential of essential oils. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (2): 259-264.* Borneol is a non-timber forest product which is widely distributed in nature as essential oils. Borneol is used as a raw material in the perfume industry and as esterifying agents for antiseptic, antispasmodic, carminative, stimulant cardiac, respiratory aid, and anthelmintic in pharmacopeia. It is also known as Bing Pian in China, widely used in sanitary napkins because it relieves pain and stress during menstruation, relaxes muscles and joints, cleanses blood clot, acts as anti-microbial, and many other uses. For commercial uses, borneol is generally synthesized in crystal form from turpentine oil or camphor. This paper presents information about borneol and its prospects as a commodity of essential oils in Indonesia. Borneol originated from *Dryobalanops aromatica* is sought as an alternative traditional medicine and aromatherapy. Appropriate uses of borneol could overcome problems of blood clots in brain or heart. Sustainable harvesting and management should be implemented and under strict controls of the stakeholders. Instead of cutting down, trees should only be tapped to harvest the borneol and then it can be transformed into crystal form. Borneol crystal is much more expensive than the oil one. There must be strict standards to control this commodity so that the borneol should only be sold in crystal form.

Keywords: Borneol, essential, potential, benefits, prospects

PENDAHULUAN

Borneol adalah terpena alkohol menyerupai powder atau kristal yang berwarna putih (CHOH), menyerupai kamper, yang diperoleh dari batang pohon yang terdapat di Asia Tenggara, yang banyak digunakan dalam pembuatan wewangian, sebagai antiseptik dan lain-lain (Huo 1995). Di China dikenal dengan nama *Bing pian's* yang berfungsi sebagai anti-inflammasi dan analgesik. Borneol alami hampir tidak pernah ditemukan di Eropah atau Amerika. Permintaan besar akan komoditi ini selalu datang dari China, karena China lebih awal memanfaatkan borneol ini

dalam pengobatan dan kosmetika. Akan tetapi borneol yang umum digunakan di China adalah borneol yang berasal dari *Cinnamomum*. China menyebutnya juga sebagai Kalimantan kamper atau kapur baru Melayu atau camphol. Di Indonesia borneol berasal dari pohon *Dryobalanops*, termasuk ke dalam familia Dipterocarpaceae. Jenis ini banyak tersebar di Kalimantan dan Sumatera serta beberapa pulau di kepulauan Riau. Namun belakangan ini jenis ini sudah jarang sekali ditemukan di Kalimantan, terutama species *Dryobalanops aromatica*.

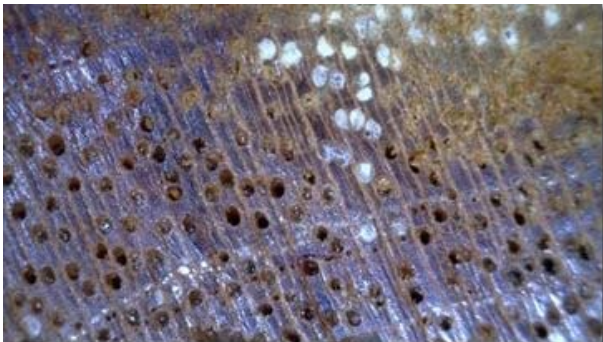
Dryobalanops aromatica adalah salah satu jenis pohon yang diketahui pasti mengandung borneol. Unsur yang dimanfaatkan dari pohon kapur ini adalah kristal kapur dan minyak kapur. Kristal kapur diperoleh pada bagian tengah (dalam) batang pohon (Gambar 1). Kedua unsur tersebut tidak selalu ada pada pohon kapur terutama pada pohon yang berusia ratusan tahun atau pada pohon yang masih terlalu muda (Sutrisna 2008). Dahulu proses pengambilan kristal kapur meliputi beberapa tahap, mulai dari memilih dan menebang, kemudian memotong batangnya dalam bentuk balok-balok. Tidak selamanya pemilihan pohon berhasil mendapatkan barang yang dicari. Penebangan pun dilakukan secara sembarangan sebelum menemukan sebatang pohon yang berisikan cukup kapur barus. Bila kemudian ditemukan pohon yang memang berisikan cukup kapur barus, barulah dilakukan proses pengumpulan/pengambilannya. Ada dua cara yang dilakukan yaitu: potongan balok kayu dibelah. Dari setiap potongan balok inilah diperoleh kristal kapur. Pengambilan kristal kapur itu juga dapat dilakukan dengan cara mentakik setiap potongan balok. Dari satu pohon yang ditebang dapat diperoleh sekitar 1,5-2,5 kg kristal kapur dengan kualitas yang berbeda. Cara lain pengambilan kristal kapur adalah dengan mengambil langsung dari batang pohon kapur yang keluar secara alami dari pori-pori kulitnya (Gambar 2). Cara ke dua lebih baik dari cara pertama, karena untuk mendapatkan barus tidak harus menebang pohon, cukup menyadap dari batang pohon.

Borneol ($C_{10}H_{18}O$) banyak tersebar di alam sebagai komponen minyak atsiri (Gambar 3). Di bidang industri borneol murni bersama dengan isoborneol digunakan

sebagai bahan baku penyusun parfum dan bahan pengester. Borneol murni bersifat racun yang dapat mengakibatkan kekacauan mental. Borneol di China dikenal juga dengan nama *Bing Pian*. Salah satu penggunaannya adalah sebagai bahan tambahan pada pembalut wanita (*bio-panty*) yang bermanfaat untuk mengurangi kesakitan dan tekanan ketika haid (Gambar 4), mengurangi kesakitan otot dan sendi, membantu membersihkan darah beku, dan mencegah berkembang biakan kuman (Choi 2003; Duke 2005).

DRYOBALANOPS PENGHASIL BORNEOL

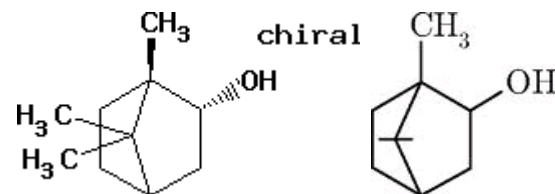
Menurut Shaoquan dan Gouda (1990), *Dryobalanops* memiliki 16 spesies, subspecies, varieties, forms, and cultivars dalam genus antara lain: *D. abnormis*, *D. aromatica* (Sumatran camphor), *D. beccarii*, *D. camphora*, *D. fusca*, *D. kayanensis*, *D. keithii*, *D. lanceolata*, *D. neglectus*, *D. oblongifolia*, *D. oblongifolia* var. *oblongifolia*, *D. oiocarpa*, *D. oocarpa*, *D. rappa*, *D. schefferi*, dan *D. sumatrensis*. Beberapa ahli taksonomi dan botani menjelaskan bahwa *Dryobalanops* terdiri dari 7 spesies yang kesemuanya terdapat di pulau Kalimantan dan Sumatera. Tetapi, pada saat ini keberadaan *Dryobalanops* sudah sangat jarang ditemukan di tegakan hutan alam baik di Sumatera maupun Kalimantan. Di beberapa tegakan hutan tanaman dan penelitian telah ditanam beberapa spesies *Dryobalanops* seperti *D. lanceolata* dan *D. oblongifolia*. Berdasarkan Ashton (2004), deskripsi ketujuh jenis *Dryobalanops* tersebut sebagai berikut:



Gambar 1. Kristal *D. Keithii* pada sel-sel parenkim aksial (Yamada dan Suzuki 2004).



Gambar 2. Pohon *Dryobalanops* dan Kristal yang keluar dan diambil secara alami (foto dok. Gusmailina)



Gambar 3. Struktur kimia borneol

Natesh Sanitary Pads Pantyliners



Gambar 4. Salah satu produk kewanitaan yang mengandung borneol yang bermanfaat untuk: mengurangi rasa nyeri saat haid, dan membuat tubuh fresh dan nyaman.

Dryobalanops aromatica, umumnya dikenal sebagai borneo kamper, kamper pohon, melayu kamper, atau sumatera kamper. Spesies ini salah satu sumber utama dari kapur barus yang mempunyai nilai lebih dari emas yang digunakan untuk dupa dan parfum, sehingga pada awalnya pedagang Arab datang untuk mencarinya sebagai komoditi perdagangan. Spesies ini ditemukan di Sumatera, Semenanjung Malaysia dan Kalimantan. Pohon besar mencapai 65 m atau bahkan 75 m, dahulu banyak ditemukan di hutan Dipterocarpaceae campuran pada kedalaman tanah berpasir di hutan lindung (Gambar 6).

Dryobalanops rappa. Nama spesies ini berasal dari suku Iban (rawa kerapa = dangkal) dan mengacu pada habitat spesies. Spesies ini endemik Kalimantan, ditemukan pada kawasan yang dilindungi (Gunung Mulu National Park). Pohon ini dapat mencapai tinggi sampai 55 m, sering ditemukan di hutan rawa gambut pantai campuran dan hutan pegunungan rendah kerangas. Ini adalah kayu berat yang dijual dengan nama dagang kapur.

Dryobalanops keithii. Spesies ini dinamai HG Keith (1899-1982) seorang konservator hutan di Borneo Utara. Spesies ini endemik Kalimantan, di mana ia terancam karena kehilangan habitat. Pohon dengan kanopi utama mencapai tinggi 40 m ditemukan di hutan Dipterocarpaceae campuran baik di lahan kering, liat dan lembab. Kayunya berat, dijual dengan nama kapur.

Dryobalanops lanceolata Nama spesies ini berasal dari bahasa Latin (*lanceolatus* = berbentuk seperti kepala tombak) dan mengacu pada bentuk daun. Spesies ini endemik Kalimantan, pada lima kawasan hutan lindung, namun terancam punah karena kehilangan habitat. Pohon besar mencapai 80 m, ditemukan di hutan campuran Dipterocarpaceae pada tanah liat yang subur. Kayu berat, dijual dengan nama dagang kapur. Spesies ini telah ditanam pada hutan penelitian seperti hutan penelitian haurbenthes, Bogor (Gambar 7).

Dryobalanops oblongifolia. Nama spesies ini berasal dari bahasa Latin (*oblongus* = agak panjang dan folium = daun) dan mengacu pada bentuk daun. Ada dua subspecies, pertama: *Dryobalanops oblongifolia* Dyer subsp. *oblongifolia* Dyer (sinonim = *Baillonodendron malayanum* dan *Dryobalanops abnormis*) adalah endemik di Kalimantan. Subspecies ini ditemukan dalam satu kawasan lindung, namun di tempat lain terancam punah karena hilangnya habitat. Pohon mencapai ketinggian hingga 60 m, ditemukan di hutan Dipterocarpaceae campuran pada tanah liat berpasir; kedua: subspecies *Dryobalanops oblongifolia* Dyer subsp. *occidentalis* P.S. Ashton (sinonim = *Dryobalanops beccariana* dan *Dryobalanops ovalifolia*) ditemukan di Sumatera dan Semenanjung Malaysia. Keduanya memiliki kayu berat, dijual dengan nama kapur.

Dryobalanops keithii. Spesies ini dinamai HG Keith (1899-1982) seorang Konservator Hutan di Borneo Utara. Spesies ini endemik Kalimantan, dimana terancam punah karena kehilangan habitat. Spesies ini adalah pohon yang mempunyai kanopi utama hingga 40 m, ditemukan di hutan

Dipterocarpaceae campuran pada tanah liat lembab. Kayu berat, dijual dengan nama dagang kapur.

Dryobalanops fusca. Spesies ini namanya berasal dari bahasa Latin (*fuscus* = berwarna gelap) dan mengacu pada bulu burung berwarna gelap. Spesies ini endemik Kalimantan, di mana terancam punah karena kehilangan habitat. Pohon besar mencapai tinggi hingga 60 m, ditemukan di kerangas pantai. Kayu berat, dijual dengan nama dagang kapur.

Gambar 5 adalah beberapa jenis *Dryobalanops* yang diperoleh dari beberapa pustaka (a.l. Ashton 2004; Anonim 2007).

POTENSI DAN ANCAMAN KELESTARIAN

Punahnya potensi *Dryobalanops* di Sumatera Utara

Di Sumatera Utara pohon kapur (*Dryobalanops aromatica* C.F. Gaertn) semakin sulit ditemukan di habitatnya. Pohon ini termasuk salah satu tanaman langka di Indonesia. Bahkan IUCN Redlist memasukkannya dalam status konservasi *Critically Endangered* atau kritis (IUCN 2007). Status ini merupakan status keterancaman dengan tingkatan paling tinggi sebelum status punah. Tumbuhan ini kebanyakan tumbuh di hutan *Dipterocarp* campuran hingga ketinggian 300 m. Persebaran tumbuhan langka ini adalah Indonesia (pulau Sumatera dan Kalimantan) dan Malaysia (Semenanjung Malaysia, Sabah, dan Serawak). Di Sumatera potensi *Dryobalanops* tersebar di Sumatera Utara, Aceh, Riau dan Sumatera Barat. Di Sumatera selain disebut kapur atau barus, tanaman ini dinamai haburuan atau kaburun. Sedangkan di Kalimantan disebut juga sebagai ampadu, amplang, kapur, kayatan, keladan, melampit, mengkayat, mohoi, muri, dan sintok. Dalam bahasa Inggris tumbuhan ini disebut sebagai *borneo camphor*, *camphor tree*, *malay camphor* atau *indonesian kapur*. Sedangkan dalam bahasa latin (ilmiah) nama resminya adalah *Dryobalanops aromatica* yang bersinonim dengan *Dryobalanops sumatrensis* (JF Gmel.) Kosterm., *Laurus sumatrensis* JF Gmel., *Arbor camphorifera* Rumph., *Dipterocarpus dryobalanops* Steud., *Dipterocarpus teres* Steud., *Dryobalanops camphora* Colebr., *Dryobalanops junghuhnii* Becc., *Dryobalanops vriesii* Becc. Correa., *Pterigium teres*, dan *Shorea camphorifera* Roxb (Heyne 1987).

Di Sumatera Utara, pohon ini dahulu sangat terkenal sebagai penghasil kapur barus, sehingga ada satu daerah dinamai kota Barus. Kapur barus dari pohon kapur ini telah menjadi komoditi perdagangan internasional sejak abad ke-7 M. Namun sekarang tumbuhan ini tidak ditemukan lagi di kawasan tersebut. Kelangkaan dan terancam punahnya spesies tanaman ini diakibatkan oleh penebangan yang membabi buta untuk mendapatkan kristal kapur barus di dalamnya. Padahal kandungan kampur dalam setiap pohon tidak sama, bahkan terkadang sangat kurang. Ancaman lainnya diakibatkan oleh kerusakan hutan dan kebakaran hutan serta konversi lahan menjadi kebun kelapa sawit.



Gambar 5. Jenis-jenis *Dryobalanops*: A. *D. aromatica* , B. *D. oblongifolia*, C. *D. beccarii*, D. *D. lanceolata* , E. *D. fusca* , F. *D. keithii* dan G. Canopy *D. rappa* yang tumbuh diperbatasan Sabah, Sarawak dan Kalimantan



Gambar 6. *Dryobalanops aromatica* di hutan perbatasan Kalimantan dan Sarawak



Gambar 7. *Dryobalanops lanceolata* di hutan penelitian B2PD Samarinda, Kalimantan Timur.

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan pada bulan Agustus 2011, pada tahun 1980-1990an potensi *Dryobalanops* masih cukup banyak dan diusahakan oleh masyarakat di sekitar hutan, tetapi sejak 10 tahun terakhir sudah tidak ada lagi tanamannya, karena tidak ada peremajaan dan lahannya telah diganti dengan tanaman kelapa sawit, sehingga tanaman tersebut menjadi punah. Hasil informasi yang diperoleh dari seorang mantan pengumpul getah *Dryobalanops* di kecamatan Barus, menunjukkan bahwa daerah Barus, Sorkam serta Singkil (Aceh Barat) sekitar 3,5 jam dari Barus, merupakan daerah yang cukup potensial pada jaman Belanda. Barus merupakan sentra penghasil getah/kapur barus dan minyak, yang harga getahnya dijual bervariasi antara 50 - 100 ribu per kg getahnya, sedangkan minyaknya digunakan sebagai obat gosok untuk menghangatkan badan. Namun sekarang semua itu tinggal cerita belaka, karena *Dryobalanops* sudah tidak ditemukan lagi di Barus, Sumatera Utara.

Potensi *Dryobalanops* di Kalimantan Timur

Sama halnya di Sumatera Utara, di Kalimantan Timur jenis pohon ini sudah hampir tidak ditemukan lagi di hutan alam. Hal ini dikemukakan oleh Dr. Kade Sidyase seorang peneliti senior bidang botani di BTP Semboja (komunikasi pribadi 2011). Disebutkan juga beberapa jenis *Dryobalanops* yang tersebar di pulau Kalimantan yang kemungkinannya masih tersisa, yaitu: *Dryobalanops rappa* Becc. dan *Dryobalanops fusca* Slooten; yaitu di Kalimantan Barat sekitar Kapuas hilir dan Ketapang, *Dryobalanops keithii* Symington kemungkinan ada di Sandakan, Nunukan, dan Malinoks. Sedangkan *Dryobalanops* yang terdapat di hutan penelitian di Samarinda dan Semboja adalah *Dryobalanops lanceolata*, dan sebagian besar masih memiliki diameter batang dibawah 30 cm, sehingga belum dapat ditakik/disadap getahnya. Di wilayah Arboretum dan KHDTK Semboja hanya ditemukan satu jenis *Dryobalanops* dengan spesies *lanceolata*, demikian juga di Arboretum Balai Besar Penelitian Dipterokarpa (B2PD) Samarinda ditemukan beberapa pohon *Dryobalanops lanceolata*, namun masih berumur dibawah 10 tahun.

Di Kalimantan Timur hanya ditemukan satu jenis *Dryobalanops* yaitu: *Dryobalanops lanceolata*. Sementara itu jenis *Dryobalanops aromatica* dijumpai di hutan perbatasan Kalimantan dengan Serawak, Malaysia. Ciri khas *D. lanceolata* adalah pucuk daun termuda berwarna kemerahan. Pohon berumur antara 15-20 tahun memiliki diameter batang sekitar 40 cm. Di wilayah Kalimantan keberadaan *Dryobalanops* perlu dieksplorasi lagi untuk wilayah Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan, sedangkan di wilayah Sumatera, keberadaannya perlu dieksplorasi lagi untuk wilayah Aceh, Sumatera Barat, dan Jambi. Hal ini berdasarkan informasi dari beberapa peneliti di Perguruan Tinggi yang berada di Jambi, Sumatera Barat dan Aceh, bahwa ditemukan beberapa jenis *Dryobalanops* di masing-masing wilayah tersebut, namun belum diketahui spesiesnya.

Hasil survey di Sumatera Utara dan Kalimantan Timur, menunjukkan bahwa *Dryobalanops* sudah sangat jarang

ditemukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya konservasi mengingat potensi manfaatnya bagi kesehatan umat manusia, sekarang maupun di masa mendatang.

POTENSI BORNEOL

Borneol banyak terdapat pada tanaman lain selain pada getah/damar/minyak *Dryobalanops* spp., antara lain sembung, kencur, jahe, sage, thyme, dan lain-lain, bahkan pada minyak nilam juga terdapat kandungan borneol, tetapi dalam jumlah dan konsentrasi yang relatif kecil (Chung et al. 1993). Akhir-akhir ini borneol asal *Dryobalanops* banyak dicari oleh periset, herbalis maupun pedagang. Penggunaan borneol dalam jumlah yang relatif sedikit saja sangat efektif untuk mencairkan darah beku pada kasus pembekuan darah/penyumbatan pembuluh darah pada jantung maupun otak manusia (Dharmananda 2003).

Informasi tentang produktivitas, kuantitas dan kualitas *Dryobalanops* spp. sebagai penghasil hasil hutan bukan kayu (HHBK) belum banyak diketahui, bahkan hampir tidak ditemukan. Beberapa institusi yang telah melakukan penelitian tentang borneol, kebanyakan berasal dari tumbuhan sembung dan temu-temuan. Padahal borneol asal *Dryobalanops* ini mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi dan sangat dibutuhkan dalam pengembangan produk kosmetika dan obat. Diperkirakan borneol asal *Dryobalanops* mempunyai kualitas yang lebih baik dari borneol asal tumbuhan lainnya. Namun hal ini perlu pembuktian lebih lanjut.

Pustekolah (Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan) Bogor telah meneliti borneol asal pohon *Dryobalanops*, terutama *Dryobalanops aromatica*. Penelitian meliputi teknik pengambilan minyak dan analisis serta transformasi minyak menjadi kristal borneol, dengan kadar mencapai 96%. Kristal borneol, merupakan antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme jenis bakteri seperti *S. aureus* dan *B. cereus*. Hanya saja terkendala karena ketujuh spesies *Dryobalanops* yang ada di Indonesia saat ini sulit ditemukan karena sudah langka. Saat ini lokasi tempat tumbuh *Dryobalanops aromatica* yang dilindungi ada di Kota Subulussalam, Aceh yaitu di hutan lindung bukit kapur. Selain itu ada juga di hutan lindung Gunung Daik, Pulau Lingga, Kepulauan Riau.

POTENSI MASA DEPAN BORNEOL INDONESIA

Masa depan borneol Indonesia sangat terbuka luas, mengingat potensi *Dryobalanops aromatica* yang ada saat ini sangat memungkinkan, dengan catatan harus memenuhi kaidah dan cara pemungutan hasil yang berkelanjutan, serta harus ada pengawasan yang ketat dari pihak yang terkait. Karena untuk mendapat borneol saat ini, tidak harus menebang pohon, melainkan hanya di sadap minyaknya (Gambar 8), kemudian dengan sedikit teknologi selanjutnya ditransformasi menjadi kristal (Gambar 9 dan 10). Harga kristal borneol jauh lebih mahal dari pada minyak.



Gambar 9. Kristal borneol dan minyak *Dryobalanops aromatica*.



Gambar 9. Mengambil minyak *Dryobalanops* tanpa penebangan

Oleh sebab itu harus ada standar dan pengawasan yang ketat agar penjualan komoditi ini harus dalam bentuk kristal. Di samping itu, perlu adanya standar untuk tujuan pasar sehingga kualitas komoditas ini dapat dijaga. Manfaat borneol ini, merupakan temuan yang menggembirakan untuk dunia medis, terutama untuk menggantikan bahan obat-obatan yang selama ini diimpor dan membutuhkan devisa negara yang tidak sedikit. Pemanfaatan borneol sebagai bahan obat-obatan dapat mengurangi borneol impor yang dibutuhkan. Penggunaan senyawa kimia borneol untuk obat, menjadi aset bangsa yang berharga, dan apabila dikembangkan untuk diperdagangkan secara

profesional baik di dalam maupun ke luar negeri, akan menghasilkan pendapatan negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton PS. 2004. Dipterocarpaceae. In: Soepadmo E, Saw LG, Chung RCK (eds.) Flora of Sabah and Sarawak, Volume 5. Government of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Choi HS. 2003. Character impact odorants of citrus hallabong [(*C. unshiu* Marcov x *C. sinensis* Osbeck) x *C. reticulata* Blanco] cold-pressed peel oil. *J Agric Food Chem* 51:2687-2692.
- Chung TY, Eiserich JP, Shibamoto T. 1993. Volatile compounds isolated from edible Korean chamchwi (Aster scaber Thunb). *J Agric Food Chem* 41:1693-1697.
- Dharmananda S. 2003. *Dryobalanops* for medicine. Director, Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon.
- Duke S. 2005. Plants containing Borneol. Phytochemical and Ethnobotanical Databases. Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan berguna Indonesia. Terjemahan Badan Litbang Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Huo GZ. 1995. *Bing pian's* anti-inflammation and analgesia effects on laser burn wounds. *China J Pharm* 30 (9): 532-534.
- IUCN. 2007. *Dryobalanops keithii*. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2007. International Union for Conservation of Nature. 1998. Retrieved 11 November 2007. Listed as Critically Endangered
- Shaoquan T, Gouda T. 1990. Dipterocarpaceae. In: Li HW (ed.) *Fl. Reipubl. Popularis Sin* 50 (2): 113-131.
- Sutrisna D. 2008. Kapur barus: pohon dan sumber tertulis asing. Balai Arkeologi. Medan
- Yamada T, E.Suzuki. 2004. Ecological role of vegetative sprouting in the regeneration of *Dryobalanops rappa*, an emergent species in a Bornean tropical wetland forest. *J Trop Ecol* 20: 377-384.