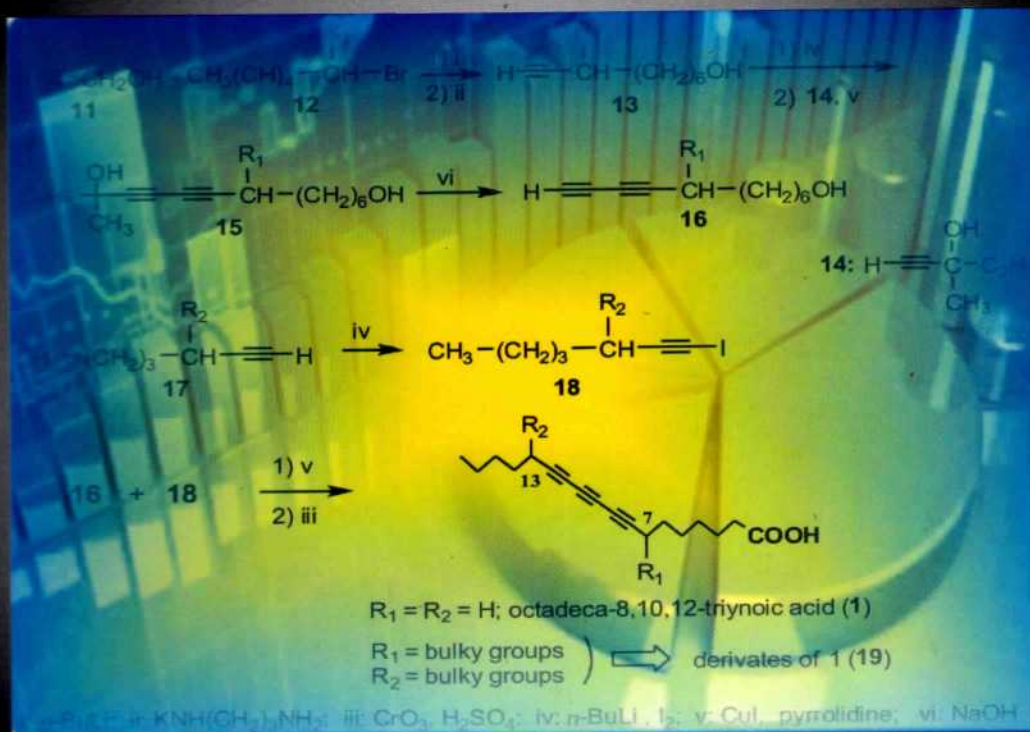


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun pekarya-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun yakni bulan April, Agustus dan Desember. Setiap volume terdiri dari 6 nomor.

Surat Keputusan Ketua LIPI

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

Dewan Pengurus

Pemimpin Redaksi

B Paul Naiola

Anggota Redaksi

Andria Agusta, Dwi Astuti, Hari Sutrisno, Iwan Saskiawan

Kusumadewi Sri Yulita, Marlina Ardiyani, Tukirin Partomihardjo

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarjo

Pusat Penelitian Biologi—LIPI
Kompleks Cibinong Science Centre (CSC-LIPI)
Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Bogor - Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
e-mail: berita.biologi@mail.lipi.go.id
ksama_p2biologi@yahoo.com
herbogor@indo.net.id

Keterangan gambar cover depan: *Alur yang dipercaya sebagai pathway sintesa kimia asam okta-deka-8,10,12-triunoat, yang memiliki aktivitas antiproliferasi terhadap empat jenis galur sel kanker manusia, sesuai makalah di halaman 343 - H Winarno - Center for the Application of Isotopes and Radiation Technology - Badan Tenaga Atom Nasional.*



LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

ISSN 0126-1754

Volume 9, Nomor 4, April 2009

Terakreditasi A

SK Kepala LIPI

Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

**Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Bioiogi - LIPI**

Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam Jurnal Berita Biologi

1. Karangan ilmiah asli, *hasil penelitian* dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Makalah yang sedang dalam proses penilaian dan penyuntingan, tidak diperkenankan untuk ditarik kembali, sebelum ada keputusan resmi dari Dewan Redaksi.
2. Bahasa Indonesia. Bahasa Inggris dan asing lainnya, dipertimbangkan.
3. Masalah yang diliput, diharapkan aspek "baru" dalam bidang-bidang
 - Biologi dasar (*pure biology*), meliputi turunan-turunannya (mikrobiologi, fisiologi, ekologi, genetika, morfologi, sistematik/ taksonomi dsbnya).
 - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan air tawar dan biologi kelautan, agrobiologi, limnologi, agrobioklimatologi, kesehatan, kimia, lingkungan, agroforestri.
 - *Aspek/pendekatan biologi* harus tampak jelas.
4. Deskripsi masalah: harus jelas adanya tantangan ilmiah (*scientific challenge*).
5. Metode pendekatan masalah: standar, sesuai bidang masing-masing.
6. Hasil: hasil temuan harus jelas dan terarah.
7. Kerangka karangan: standar.

Abstrak dalam bahasa Inggris, maksimum 200 kata, spasi tunggal, isi singkat, padat yang pada dasarnya menjelaskan masalah dan hasil temuan. Kata kunci 5-7 buah. Hasil dipisahkan dari Pembahasan.
8. Pola penulisan makalah: spasi ganda (kecuali abstrak), pada kertas berukuran A4 (70 gram), maksimum 15 halaman termasuk gambar/foto. Gambar dan foto harus bermutu tinggi; penomoran gambar dipisahkan dari foto. Jika gambar manual tidak dapat dihindari, harus dibuat pada kertas kalkir dengan tinta cina, berukuran kartu pos. Pencantuman Lampiran seperlunya.
9. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, prosiding atau sumber lainnya secara lengkap. Nama inisial pengarang(-pengarang) tidak perlu diberi tandatitik pemisah.
 - a. Jurnal

Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in sorghum. *Journal of Experimental Botany* 43, 1559-1576.
 - b. Buku

Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya:

Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan beberapa aspek biologi sotong buluh (*Sepioteuthis lessoniana*) di sekitar perairan pantai Wokam bagian barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - d. Makalah sebagai bagian dari buku

Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. In: DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds.). *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*, 268-282. Chapman and Hall. London.
10. Kirimkan 2 (dua) eksemplar makalah ke Redaksi (alamat pada cover depan-dalam) yang ditulis dengan program Microsoft Word 2000 ke atas. Satu eksemplar tanpa nama dan alamat penulis (-penulis)nya. Sertakan juga copy file dalam CD (bukan disket), untuk kebutuhan Referee/Mitra bestari. Kirimkan juga filenya melalui alamat elektronik (e-mail) resmi Berita Biologi: berita.biologi@mail.lipi.go.id dan di-Cc-kan kepada: ksama_p2biologi@yahoo.com, herbogar@indo.net.id
11. Sertakan alamat Penulis (termasuk elektronik) yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang dengan mudah dan cepat dihubungi.

Anggota Referee / Mitra Bestari

Mikrobiologi

Dr Bambang Sunarko (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof Dr Feliatra (*Universitas Riau*)
Dr Heddy Julistiono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr I Nengah Sujaya (*Universitas Udayana*)
Dr. Joko Sulisty (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr Joko Widodo (*Universitas Gajah Mada*)
Dr Lisdar I Sudirman (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Ocky Kama Radjasa (*Universitas Diponegoro*)

Mikologi

Dr Dono Wahyuno (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr **Kartini** Kramadibrata (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Genetika

Prof Dr Alex Hartana (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Warid Ali Qosim (*Universitas Padjadjaran*)
Dr Yuyu Suryasari Poerba (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Taksonomi

Dr Ary P Keim (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Daisy Wowor (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof (Ris) Dr Johannis P Moge (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr Rosichon Ubaidillah (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biologi iVolekuler

Dr Eni Sudarmonowati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Endang Gati Lestari (*BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian-Deptan*)
Dr Hendig Sunarno (*Badan Tenaga Atom Nasional*)
Dr I Made Sudiana (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Nurlina Bermawie (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr Yusnita Said (*Universitas Lampung*)

Bioteknologi

Dr Andi Utama (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LI PI*)
Dr Nyoman Mantik Astawa (*Universitas Udayana*)

Veteriner

Prof Dr Fadjar Satrija (*FKH-1PB*)

Biologi Peternakan

Prof (Ris) Dr Subandryo (*Pusat Penelitian Ternak-Deptan*)

Ekologi

Dr Didik Widyatmoko (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Dewi Malia Prawiradilaga (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Frans Wospakrik (*Universitas Papua*)
Dr Herman Daryono (*Pusat Penelitian Hutan-Dephut*)
Dr Istomo (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Michael L Riwu Kaho (*Universitas Nusa Cendana*)
Dr **Sih** Kahono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biokimia

Prof Dr Adek Zamrud Adnan (*Universitas Andalas*)
Dr Deasy Natalia (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Elfahmi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Herto Dwi Ariesyadi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Tri Murningsih (*Pusat Penelitian Biologi -LIPI*)

Fisiologi

Prof Dr Bambang Sapto Purwoko (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Gono Semiadi (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Irawati (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Nuril Hidayati (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Wartika Rosa Farida (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biostatistik

Ir Fahren Bukhari, MSc (*Institut Pertanian Bogor*)

Biologi Perairan Darat/Limnologi

Dr Cynthia Henny (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Fauzan Ali (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Rudhy Gustiano (*Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar-DKP*)

Biologi Tanah

Dr Rasti Saraswati (*BB Sumberdaya Lahan Pertanian-Deptan*)

Biodiversitas dan Iklim

Dr Rizaldi Boer (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr. Tania June (*Institut Pertanian Bogor*)

Biologi Kelautan

Prof Dr Chair Rani (*Universitas (Hasanuddin)*)
Dr Magdalena Litaay (*Universitas Hasanuddin*)
Prof (Ris) Dr Ngurah Nyoman Wiadnyana (*Pusat Riset Perikanan Tangkap-DKP*)
Dr Nyoto Santoso (*Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*)

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/Penilai (Referee) nomor ini
9(4)-April 2009

Prof. Dr. Adek Zamrud Adnan - *Universitas Andalas*
Dr. Ary P Keim - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Dr. Chaerani - *BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*
Dr. Elfahmi - *Institut Teknologi Bandung*
Dr. Heddy Julistiono - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Dr. Ingrid S Surono, MSc - *SEAMEO Tropmed RCCN - Universitas Indonesia*
Dr. Irawati - *Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*
Nyoto Santoso, MSc - *Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*
Dr. Sih Kahono - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Dr. Tjandra Chrismadha - *Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*
Dr. Ir. Warid Ali Qosim, MSc. - *Universitas Padjajaran*
Dr. Yusnita Said - *Universitas Lampung*

Referee/Mitra Bestari Undangan
Ir. Heryanto MSc - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*
Drs. Mustarim Siluba - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI(Purnabhakti)*
Hari Nugroho, SSi. - *Pusat Penelitian Biologi-LIPI*

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITY OF OCTADECA-8,10,12-TRIYNOIC ACID AGAINST HUMAN CANCER CELL LINES [Antiproliferasi Asam Oktadeka-8,10,12-triunoat Terhadap Galur Sel Kanker Manusia] <i>Hendig Winarno</i>	343
KEANEKARAGAMAN DAN SEBARAN SERANGGA DI KAWASAN PULAU-PULAU KECIL TAMAN NASIONAL KARIMUN JAWA [Diversity and Distribution of Insects in Small Islands of Karimunjawa National Park] <i>Erniwati</i>	349
STRUKTUR DAN KEKAYAAN JENIS TUMBUHAN MANGROVE PASCA-TSUNAMI DI PULAU NIAS [Structure and Species richness of Mangroves Plant Post-Tsunami in Nias island] <i>Onrizal dan Cecep Kusmana</i>	359
PENGARUH EKSTRAK AIR DAN ETANOL <i>Alpinia</i> spp. TERHADAP AKTIVITAS DAN KAPASITAS FAGOSITOSIS SEL MAKROFAG YANG DIINDUKSI BAKTERI <i>Staphylococcus epidennidis</i> SECARA <i>IN-VITRO</i> [The Effect of Water and EtOH extracts of <i>Alpinia</i> spp. to <i>in-vitro</i> Phagocytosis Activity and Capacity Macrophage Cells Induced by <i>Staphylococcus epidermidis</i>] <i>Dewi Wulansari, Praptiwi dan Chairul</i>	365
KOMUNITAS CACING TANAH PADA BEBERAPA PENGGUNAAN LAHAN GAMBUT DI KALIMANTAN TENGAH [Earthworms Community on Several Land uses of Peat Land in Central Kalimantan] <i>Eni Maftu'ah dan Maulia Aries Susanti</i>	371
KEANEKARAGAMAN FAUNA IKAN EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN TAMAN NASIONAL UJUNG KULON, PANDEGLANG-BANTEN [Biodiversity of Fish Fauna Mangrove Ecosystem at Ujung Kulon National Park, Pandeglang-Banten] <i>Gema Wahyudewantoro</i>	379
(-)-(2R,3S)-DIHIDROKUERSETIN, SUATU PRODUK BIOTRANSFORMASI (-)-EPIKATEKIN OLEH JAMUR ENDOFIT <i>Diaporthe</i> sp. E [(-)-(2R,3S)-Dihydroquercetin, a Biotransformation Product from (-)-Epicatechin by the Endophytic Fungus <i>Diaporthe</i> sp. E] <i>Andria Agusta</i>	387
PENGARUH PENINGKATAN KONSENTRASI AMONIUM TERHADAP PERKEMBANGAN <i>Meloidogyne javanica</i> PADA KULTUR AKAR TOMAT [Effect of Increasing Ammonium Concentrations on Development of <i>Meloidogyne javanica</i> in Tomato Root Culture] <i>Sudirman</i>	393
PERSEBARAN DAN POLA KEPADATAN MOLUSKA DI HUTAN BAKAU [Distribution and Pattern of Species Abundance of Mangrove Molluscs] <i>Arie Budiman</i>	403

INDUKSI KERAGAMAN SOMAKLONAL DENGAN IRADIASI SINAR GAMMA DAN SELEKSI <i>IN VITRO</i> KALUS PISANG RAJABULU MENGGUNAKAN ASAM FUSARAT, SERTA REGENERASI DAN AKLIMATISASI PLANTLET [Gamma Irradiation for Somaclonal Variation Induction and <i>in vitro</i> Selection Using Fusaric Acid in Pisang Rajabulu calli Along with Regeneration and Plantlet Acclimatization] <i>Endang G Lestari, R Purnamaningsih, I Mariska dan Sri Hutami</i>.....	411
PENGARUH MUTAGEN ETIL METAN SULFONAT (EMS) TERHADAP PERTUMBUHAN KULTUR <i>IN VITRO</i> ILES-ILES (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) [Effects of Ethyl Methane Sulphonate {EMS} on Growth of lies-lies (<i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) <i>in vitro</i> Cultures] <i>Yuyu S Poerba, Aryani Leksonowati dan Diyah Martanti</i>.....	419
KANDUNGAN SELENIUM DALAM HERBA TERSELEKSIDARI DAERAH VULKANIS DAN AKTIVITAS GLUTATION PEROKSIDASE SERTA PENGARUHNYA TERHADAP PENYUSUTAN SEL MODEL <i>Saccharomyces cerevisiae</i> JB3505 [Selenium Content in Selected Herbs from Volcanic Area and its Functional Gluthathione Peroxidase and Cell Shrinkage Effect on <i>Saccharomyces cerevisiae</i> JB3505] <i>Sri Hartin Rahaju</i>.....	427
EKSTRAK DAUN MINDI (<i>Melia azedarach</i>) SEBAGAI BIOINSEKTISIDA UNTUK PENGENDALIAN INFEKSI <i>Chrysomya bezziana</i> PADA DOMBA [Methanolic Extract of Mindi Leaf (<i>Melia azedarach</i>) as a Bioinsecticide for Controlling <i>Chrysomya bezziana</i> Infection in Sheep] <i>YulvianSani</i>.....	433
KEANEKARGAMAN FLORA ANGGREK (ORCHIDACEAE) DI CAGAR ALAM GUNUNG SIMPANG, JAWA BARAT (Floristic Study on the Orchids (Orchidaceae) in Gunung Simpang Nature Reserve, West Java] <i>Diah Sulistiarini</i>.....	447
PALMS DIVERSITY, COMPOSITION, DENSITY AND ITS UTILIZATION IN THE GUNUNG HALIMUN SALAK NATIONAL PARK, WEST JAVA-INDONESIA WITH SPECIAL REFERENCE TO THE KASEPUHAN CIPTAGELAR [Diversitas Palm, Komposisi, Densitas dan Pemanfaatannya di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak dengan Referensi Khusus pada Kasepuhan Ciptagelar] <i>Wardah and JP Mogea</i>.....	453

KANDUNGAN SELENIUM DALAM HERBA TERSELEKSI DARI DAERAH VULKANIS DAN AKTIVITAS GLUTATION PEROKSIDASE SERTA PENGARUHNTERHADAPPENYUSUTAN SELMODEL¹

Saccharomyces cerevisiae JB3505

[Selenium Content in Selected Herbs from Volcanic Area and Its Functional Gluthathione Peroxidase and Cell Shrinkage Effect on *Saccharomyces cerevisiae* JB3505]

SriHartinRahaju

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911

e-mail: hartin@yahoo.co.id

ABSTRACT

An exploration of selenium containing herbs was carried out in the Kerinci -Sumatera, Toraja highland-Sulawesi and Rinjani-Lombok. The herbs were sampled according to their morfofisiological characters and local ethnopharmacological information. The analitical parameters were the selenium and selenomethionine content as measured by AAS and GC respectively, glutathione peroxidase as measured biochemically dan cell model shrinkage observation to reveal the selenium containing extract effect on cellular development. The result indicates the diversity of both content and functional selenium compounds in the selected herbs. The relatively high selenium content herbs such as *A. Ilium sativuin* 1NHR had hinger glutathione peroxidase and hence its antioxidant activity. However the relatively lower selenium content of *Physalis angulata* 33NHR was able to induce more cell model shrinkage. The phenomenon of relation among selenium based selenoamino acid, antioxidant and cell shrinkage potential need to be futher studied on these selected herbs.

Keyword: Herba vulkanis, Se, Selenometionin, antioksidan, GPx, *Saccharomyces cerevisiae*.

PENDAHULUAN

Selenium (Se) masuk golongan IVA dalam sistem periodik unsur. Se pada awalnya dikenal sebagai unsur toksik dan karsinogenik, namun setelah tahun 1957 diketahui bahwa unsur ini berperan sebagai elemen essential dalam berbagai protein dan senyawa organik fungsional untuk kesehatan. Se dan selenoproteinnya berperan penting dalam sistem antioksidasi, immunitas, dan induksi apoptosis kultur sel kanker. Selenoprotein seperti glutathione peroxidase (Gpx) dan thioreduxinreductase (TRx) merupakan antioksidan pereduksi radikal-radikal bebas seperti hidrogen peroksidase, lipida dan fosfolipida hidroperoksidase dan jenis turunan oksigen yang lainnya (Bulger and Maier,2001).

Se terdapat di dalam tanah dengan kandungan sulfur yang tinggi (Whanger, 2002; Wu *et al*, 2005), seperti di daerah vulkanis. Tumbuhan di daerah ini dapat menyerap Se dan menyertakannya ke dalam seleno-asam amino selenosistin dan selenometionin. Hewan dan manusia sangat memerlukan selenometionin, karena tidak dapat mensintesisnya sehingga sangat tergantung kepada sumber dari luar seperti dari tumbuhan (Whanger, 2002; Tapiero *et al*;

2003). Selenometionin ternyata merupakan faktor penentu dalam GPx dan Trx, (Bulger and Maier, 2001; Jacques, 2002), GPx dan TRx, berinteraksi dengan elemen nutrisi misalnya vitamin E dan C dalam memelihara keseimbangan prooksidan-antioksidan dengan mereduksi oksidasi oleh radikal lipida penyebab kanker (Scott *et al.*, 2005). Pengaturan daya oksidasi ini berperan dalam meningkatkan daya immunitas terhadap infeksi virus dan serangan mutagen penyebab kanker (Levander, 2000; Rayman, 2000; Maehira *et al.*, 2002; Whanger 2004; Scott *et al.*, 2005). Penelitian epidemiologi juga menunjukkan adanya satu kecenderungan terjadinya berbagai tipe kanker tersebut lebih besar untuk individu dengan asupan Se yang rendah (Mark *et al.*, 2000; Brooks *et al*, 2001; Navarrete *et al*, 2001; Foster, 2002; Scott *et al*, 2005).

Selenometionin dan selenosistein dapat dimetilasi oleh selenometiltransferase menjadi metilselenosistein (MSC) dalam metabolisme tumbuhan. MSC merupakan bahan aktif yang berperan dalam reduksi resiko tumor prostate, kolon, hati, paru-paru dan payudara (Dong *et al*, 2002; Whanger, 2004; Navsariwala dan Diamond, 2004). MSC ini menghambat pertumbuhan sel kanker melalui induksi apoptosis. (Ip *et al*, 2000; Johansson

et al., 2005). Apoptosis terjadi karena penghambatan DNA sintesis yang diikuti dengan penghentian siklus sel di fase S. Penghentian ini berhubungan dengan penurunan aktivitas *cyclin dependen kinase* dan protein fosforilasi yang selanjutnya mengarah pada peningkatan *caspase* apoptosis. (Unni *et al.*, 2001; Jung *et al.*, 2001). MSC juga menghambat ekspansi proliferasi klon sel premalignant (Ip dan Dong, 2001). Secara spesifik MSC juga menghambat multi jaringan sinyal seluler *phosphatidylinositol 3-kinase* dan molekul turunannya yang mengarah ke penghambatan sel tumor (Unni *et al.*, 2005).

Belum banyak penelitian Se dalam tumbuhan di daerah vulkanis Indonesia dan peranannya dalam sistem biologis untuk pencegahan dan terapi kanker yang masih merupakan penyakit pembunuh utama. Bahan terapi kanker sebagian besar masih diimpor. Seperti bentuk sediaan Se yang berupa suplemen garam selenat dan selenit, khamir kaya Se dan ekstraknya Sel-PlexTM serta methylseleninic acid (Ip *et al.*, 2000).

Penelitian tumbuhan vulkanis dipusatkan pada jenis herba mudah-cepat tumbuh. Secara praktis penelitian dilakukan dengan eksplorasi dan seleksi herba vulkanis berdasarkan kandungan Se dan aktivitas biologisnya. Aktivitas biologis yang dipelajari adalah antioksidasi GPx dan pengaruhnya terhadap keutuhan sel khamir model apoptosis. Seperti halnya sel mamalia, sel khamir juga mengalami penyusutan dalam proses apoptosis sehingga dapat dijadikan sebagai indikasi dalam skrining bahan berpotensi penyebab apoptosis (Granot *et al.*, 2003).

BAHAN DAN CARA KERJA

Eksplorasi

Eksplorasi dilakukan ke tiga daerah vulkanis: Gunung Kerinci-Sumatera, Toraja-Sulawesi dan Gunung Rinjani-Lombok. Herba disampling berdasarkan karakter morfofisiologi dan informasi etnofarmaka setempat. Sampel herba diaklimatisasi dan ditanam dalam tanah vulkanis di rumah kaca dan ditanam langsung di daerah vulkanis Cibodas.

Pembuatan Ekstrak

Biomassa serbuk herba didapat setelah proses pengeringan selama 2 hari dalam oven 60°C. Bubuk

sampel herba diekstrak dalam akuabidestilata dengan perbandingan 1:5 dengan pemanasan dalam penangas air pada suhu 65°C selama 5 menit. Kemudian didinginkan di suhu ruang dan ditambahkan 0,1 ml protease XIV dan diinkubasi selama 24 jam (Ip *et al.*, 2000). Selanjutnya, disentrifus pada kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh digunakan sebagai ekstrak untuk pengukuran Se, aktifitas GPx, dan uji penyusutan sel model *Saccharomyces cerevisiae* JB3505.

Analisis Kandungan Se dan Aktivitas Glutathion Peroksidase.

Total Se dianalisis dengan GF AAS (Graphite Furnace Atomic Adsorption Spectrophotometer) pada 1 gram sample dan didestruksi kering. Ekstraksi Se dilakukan menurut Ip *et al.* (2000) dimana 0,2 gram sample herba terseleksi dihomogenasi dan diekstraksi dengan 5 ml ddH₂O dalam 15 ml tabung sentrifuge yang ditempatkan dalam penangas air selama 1 jam. Sampel kemudian disentrifugasi 10.000 rpm dan difilter-steril 0,45µm. Identifikasi jenis selenoprotein dilakukan dengan Kromatografi Gas (GC) menurut Guntinas *et al.* (1997). Derivatisasi sample seleno-asam amino menjadi senyawa volatil dilakukan dengan esterifikasi dan amidasi masing-masing dengan menggunakan propanol dan trifluoroasetat (TFA).

Aktivitas GPx diukur berdasarkan reaksi reduksi peroksida dan oksidasi NADPH yang dikatalisis GPx dan reaksi daur ulang GSH yang dikatalisis Glutathione reductase. Satu unit GPx dinyatakan sebagai jumlah yang diperlukan untuk mengoksidasi 1 µmol GSH/menit. Pengukuran aktifitas GPx dilakukan menurut Wilson *et al.* (1989), Calzyme Laboratory (1997), dan IBL (2002), kuvet diisi dapar fosfat 0,2 M pH 7 (mengandung EDTA 5,0 mM), 0,1 ml GSH (glutathione) 10/ml, 0,1 ml N ADH 1,6 mM, 0,1 ml GSSG-reduktase 2,5 IU/ml, dan 0,1 ml Na₃10 mM, ditambahkan 0,5 ml ekstrak dan 0,1 ml H₂O₂ 4mM. Diukur serapan NADH pada panjang gelombang 340 nm setiap 0,5 menit selama 2,5 menit. Pengukuran cepat (5 detik) setelah penambahan pereaksi. Pada larutan yang digunakan untuk blanko, ekstrak diganti dengan dapar fosfat tanpa EDTA. Aktivitas spesifik Gpx ditentukan sebagai $-(AA_{340}/t(\text{menit}))/x$. (vol. total/vol Gpx). $F_p = \text{nmolmen}^{-1} \text{mL}^{-1} = \text{IU mL}^{-1}$. Keterangan: x = koefisien ekstingsi

molar NADPH pada panjang gelombang 340 nm = $6,22 \times 10^{-3} \text{ ml nmol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ dan fp = Faktor pengenceran.

Uji Penghambatan Perkembangan Sel Khamir Model

Uji penghambatan perkembangan sel dilakukan pada khamir *S. cerevisiae* JB3505 dilakukan dengan metoda dan penggunaan media Granot *et al.* (2003) yang dimodifikasi. Organisme uji ditumbuhkan pada media cair ekstrak malt ragi dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu kamar. Sel khamir dipanen dengan sentrifusi 10.000 rpm selama 6 menit. Pelet dicuci dengan akuades 3steril 3 kali kemudian direndam dan disuspensikan dalam 1 ml ekstrak khamir selama 10-15 menit. Setelah diperlakukan dengan ekstrak, masing-masing suspensi organisme diuji diambil 100 μl dan ditumbuhkan kembali dalam medium *perysutan* (0,1% glukosa, 2% etanol, 1% ekstrak ragi, 2% pepton) pada suhu kamar selama $\pm$ 48 jam. Media ini adalah media modifikasi dari media umum untuk khamir (Samson *et al.*, 2000) dan media YEPD (Granot *et al.*, 2003). Frekuensi *penyusutan* dihitung dengan metode hitungan mikroskopis langsung menggunakan *counting chamber plate*. Sebagai kontrol, ekstrak khamir diganti akuades.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi Herba Vulkanis

Eksplorasi dan seleksi herba ke tiga daerah vulkanis penelitian menghasilkan sejumlah herba yang mengandung Se dan menunjukan aktivitas GPx, seperti disarikan dalam Tabel 1. Kandungan Se pada tanaman bervariasi tergantung konsentrasi Se dalam tanah. Unsur-unsur hara yang ada dalam tanah diserap oleh tanaman melalui suatu mekanisme, yaitu ion-ion melalui selaput sel akar dengan bantuan "pengangkut hara" yang bersifat khas untuk suatu ion atau sekelompok ion. Mekanisme ini memungkinkan terjadinya penyerapan ion tertentu dari sekumpulan ion-ion yang ada dalam tanah (Dilaga, 1992). Unsur mineral Se diketahui tidak esensial bagi tanaman, namun ada tanaman tertentu yang mengakumulasi Se dikenal dengan "tanaman akumulator Se" seperti *Astragalus bisulcatus* (Whanger, 2002). Ketersediaan Se dalam tanaman juga dipengaruhi oleh umur tanaman, tingkat produksi dan iklim sehingga setiap jaringan tanaman memiliki kandungan Se yang berbeda, umumnya setara

dengan kandungan proteinnya.

Analisis Kandungan Se, Jenis dan Aktivitas GPx.

Bawang putih, *Allium sativum* INHR yang tumbuh di daerah Sembalun, Gunung Rinjani memiliki kandungan Se tertinggi (3,55 ppm). Kandungan Se ini lebih tinggi dibandingkan dengan sample tumbuhan sejenis dari Kerinci (0,15 ppm), Toraja (0,77 ppm) dan Bogor (0,44 ppm). Sampel tumbuhan lain yang memiliki potensi mengandung Se tinggi adalah cocor bebek (*Kalanchoe pinnata* 11NHR) dari Rinjani, ciplukan (*Physalis angulata* 33NHR) dari Lombok, damuh-damuh (*Gibbaeum cordata* 9NHR) dari Bali.

Hasil pengukuran aktivitas GPx menunjukan aktivitas tertinggi ditunjukkan oleh bawang putih (*Allium sativum* 1NHR) Rinjani memiliki aktivitas GPx (4,883245 IU/mL), diikuti ciplukan (*Physalis angulata* 33NHR) dari Rinjani memiliki aktivitas GPx (3,78653 IU/mL), ciplukan (*Physalis minima* 33CMHR) dari Cibodas memiliki aktivitas GPx (2,86174 IU/mL), bawang putih (*Allium sativum* 49MHR) dari Cibodas memiliki aktivitas GPx (1,98445 IU/mL), dan tempuyung (*Sonchus arvensis* 35NHR) Rinjani memiliki aktivitas GPx (1,22378 IU/mL). Data juga menunjukan adanya kecenderungan korelasi antara kandungan Se dan aktivitas GPx. Hasil analisis regresi terhadap aktivitas GPx ternyata didapatkan hasil yang berbanding lurus antara Se dengan aktivitas Gpx, dengan persamaan $Y = 1,477 + 0,376 X$ pada $R = 0,7$.

Gpx mempunyai hubungan yang sinergis dengan vitamin E yang bertindak sebagai antioksidan. Vitamin E membentuk pertahanan pertama terhadap proses oksidasi asam lemak tak jenuh ganda yang terdapat dalam fosfolipid membran seluler dan subeluler (Murray *et al.*, 1999). Sedangkan GPx merupakan baris kedua pertahanan terhadap peroksida sebelum senyawa tersebut merusak membran dan komponen sel lainnya. Enzim GPx mempunyai Se sebagai kofaktor yang menyebabkannya aktif. Se dapat bersifat toksik jika konsentrasinya berlebihan, akan tetapi juga akan menimbulkan berbagai penyakit jika konsentrasinya dalam tubuh rendah. Fungsi vitamin E dalam tubuh yaitu dapat mengurangi kebutuhan mineral Se dengan cara mencegah hilangnya selenium dari dalam tubuh atau dengan mempertahankannya dalam bentuk aktif (Bartfay *et al.*, 1998; Murray *et al.*, 1999). Menurut

Bartfey *et al.* (1998), vitamin E dan selenium tidak efektif jika diberikan secara terpisah, karena vitamin E dan selenium mempunyai aktivitas yang sinergis dalam tubuh. Reaksi yang terjadi selama pengukuran aktivitas GPx yaitu pada saat reduksi hidrogen peroksida (H_2O_2) dimulai dengan oksidasi GPx (dalam bentuk tereduksi, $GPx-SeH^+$) oleh H_2O_2 sehingga menghasilkan H_2O dan enzim dalam bentuk $GPx-SeOH$. Sulfur dari glutathione (GSH) kemudian berikatan dengan selenium dari $GPx-SeOH$ sehingga terbentuk $GPx-SeSG$, selain itu juga terbentuk H_2O . GSH kedua kemudian mereduksi $GPx-SeSG$ menjadi GPx tereduksi ($GPx-SeH^+$) kembali, pada reaksi ini juga terbentuk glutathione teroksidasi (GS-SG). NADPH yang ditambahkan pada reaksi ini bekerja untuk mereduksi GS-SG menjadi dua molekul GSH, reaksi ini dikatalisis oleh enzim glutathione reduktase (GR).

Selain bawang putih yang sudah dikenal berpeotensi dalam terapi kanker berbasis Se (Ip *et al.*, 2000), herba Ciplukan secara unik mengandung Se dan aktivitas GPx relatif tinggi. Ciplukan dikenal juga mengandung senyawa kimia asam sitrun, fisalin, asam malat, alkaloid, tanin, kriptoxantin, vitamin E, gula, saponin, flavonoidal, polifenol, asam klorogenat, zat gula, elaidic acid dan fisalin (Thomas, 1989; Mangan, 2003). Ciplukan dapat bersifat analgetik (penghilang nyeri), diuretik (peluruh air seni), *detoxifies* (penetrasi racun), pereda batuk, serta pengaktif fungsi kelenjar-kelenjar tubuh (Mangan, 2003).

Jenis Seleno-Asam Amino

Identifikasi jenis senyawa seleno asam amino dalam dua herba terseleksi berdasarkan kandungan Se dan aktivitas GPx menunjukkan adanya senyawa selenometionin (Tabel 2). Herba *A. sativum* 1NHR mengandung selenometionin lebih tinggi daripada *P. angulata* 33NHR. Herba yang hidup di lingkungan kaya Se akan menyerap dan mengakumulasi Se. Selain selenat dan selenit, sejumlah *seleno-asam amino* termasuk selenosistein, selenometionin, metilselenosistein, Se-adenosilselenohomosistein telah banyak dilaporkan di herba.

Uji Penyusutan Sel Khamir

Dari 10 ekstrak herba terseleksi dipilih 4 yang mempunyai kandungan Se dan aktivitas GPx relatif tinggi untuk diuji daya penghambatan perkembangan

sel khamir uji. Hasil pengamatan disajikan dalam tabel 2 dan didokumentasi dalam Foto 1. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa sel khamir *S. cerevisiae* JB3505 yang diperlakukan dengan ekstrak *Physalis angulata* 33NHR menjadi relatif lebih kecil (kode b dan d). Hal ini sejalan dengan teori yang menyebutkan bahwa sel yang sedang mengalami penyusutan akan menunjukkan karakteristik morfologi antara lain pengerutan sel atau penyusutan (Lobinski *et al.*, 2000; Bulger and Maier, 2001; Dong *et al.*, 2002 dan Granot *et al.*, 2003). Berarti dalam ekstrak tumbuhan tersebut terdapat spesies Se termetilasi yang bersifat menghambat perkembangan sel khamir. Se yang termetilasi dapat menyebabkan siklus sel terhambat dan menjadi kecil/kerdil. Selenat adalah bentuk Se yang dominan dijerap dan dirubah menjadi *Selenomethionine* dan *methylselenocysteine* (MSC). MSC disintesis tumbuhan sebagai respon terhadap toksisitas Se. MSC ditemukan merupakan senyawa Se dominan dalam tumbuhan yang ditumbuhkan pada tanah yang diperkaya dengan Se (Whanger, 2002). MSC ini menghambat pertumbuhan sel kanker melalui induksi apoptosis. (Ip *et al.*, 2000; Johansson *et al.*, 2005).

Ekstrak Se herba *S. arvensis* 35NHR dan *P. angulata* 33NHR menunjukkan daya penghambatan perkembangan sel model relatif lebih tinggi daripada *A. sativum* 1NHR yang memiliki kandungan Se dan selenometionin serta aktivitas GPx yang relatif lebih tinggi. Fenomena ini menunjukan bahwa Se di dalam *A. sativum* 1NHR sebagian besar diubah menjadi selenometionin. Katabolisme selenometionin membentuk senyawa yang bergabung dengan selenoprotein sebagai komponen GPx (Dilaga, 1992). GPx jelas berperan sebagai antioksidan yang berfungsi sebagai *radical scavenger* membersihkan radikal bebas yang terbentuk di dalam sel. Di pihak lain seperti pada herba *S. arvensis* 35NHR dan *P. angulata* 33NHR, ada jenis seleno-asam amino atau turunannya seperti MSC yang lebih berperan dalam modulasi apoptosis se (Ip *et al.*, 2000 ; Whanger, 2002; El-Bayoumy dan Sinha, 2005; Tang *et al.*, 2005). Secara umum fenomena di atas dapat dijelaskan dengan hasil studi bahwa dalam kaitannya dengan aktivitas antioksidasi, selenat dan *selenomethionine* lebih aktif dari MSC dalam menginduksi GPx, *superoxide dismutase* (SOD) dan

total antioksidasi (T-AOC) (Whanger, 2002; Tang *et al.*, 2005). Di sisi lain MSC dua kali lebih aktif dibandingkan *selenomethionine* dalam menghambat memodulasi apoptosis (Ip *et al.*, 2000; Johansson *et al.*, 2005). *Methylselenol* adalah bentuk *thiol* sebagai hasil metabolisme MSC oleh betalyase. Bentuk ini merupakan bentuk aktif menginduksi apoptosis (Ip *et al.*, 2000; Johansson *et al.*, 2005). Apoptosis terjadi karena penghambatan DNA sintesis yang diikuti dengan penghentian siklus sel di fase S. Penghentian ini berhubungan dengan penurunan aktivitas cdk kinase dan PKC yang selanjutnya mengarah pada peningkatan *caspase* apoptosis (Jung *et al.*, 2001). MSC juga menghambat ekspansi proliferasi klon sel premalignan (Ip dan Dong, 2001). Secara MSC spesifik menghambat multi jaringan sinyal seluler terutama *phosphatidylinositol 3-kinase* dan molekul turunannya yang mengarah penghambatan sel tumor (Unniefa *et al.*, 2005).

KESIMPULAN

Eksplorasi ke daerah vulkanis telah mengungkapkan potensi keragaman Se dan selenoprotein fungsionalnya dalam herba vulkanis. Seleksi berdasarkan kandungan Se, aktivitas GPx, selenomethionin dan penghambatan perkembangan sel menghasilkan jenis herba *A. sativum 1NHR* yang berpotensi sebagai sumber antioksidan berbasis Se. Di sisi lain juga terdapat jenis herba *! angulata 33NHR* yang berpotensi untuk dikembangkan dalam studi terapi kanker karena dapat memodulasi perkembangan sel model. Penelitian awal ini juga menunjukkan adanya hubungan korelasi antara kandungan Se dan aktivitas GPx dalam herba yang diteliti. Namun aktivitas GPx tidak menunjukkan hubungannya dengan daya penghambatan perkembangan sel model dalam studi apoptosis sel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Novik Nurhidayat sebagai Pemimpin Kelompok Biosistemika dan Genetika Mikroba dan *Principal Investigator* (PI) Proyek Riset Kompetitif LIPI "Tumbuhan dan Mikrob Daerah Vulkanis sebagai Sumber Bahan Bioaktif Selenoprotein untuk

Antioksidan, Pencegahan dan Terapi Kanker" dan Ratih Melina Dewi SSi., Bpk. Indarto yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartfay WJ, D Hou, GM Brittenham, E Bartfay, MJ Sole, D Lehotay and PP Liu. 1998. The synergistic effects of vitamin E and selenium in iron — overloaded mouse hearts. *Can. J. Cardiol.* 10, 937-941.
- Brook JD, BEJ Metter and DW Chan. 2001. Plasma selenium level before diagnosis and the risks of prostate cancer development. *J. Urol.* 166, 2034-2038.
- Bulger EM and RV Maier. 2001. Antioxidants in critical illness. American Medical Association. *Arch. Surg.* 136, 1201-1207.
- Calzyme Laboratories. 1997. Glutathione Peroxidase. Calzyme Laboratories. <http://www.calzymelaboratories.com>
- Dilaga SH. 1992. Nutrisi Mineral pada Temak - Kajian Khusus Unsur Selenium. Akademia Presindo. Jakarta.
- Dong Y, HE Ganther, C Stewart and C Ip. 2002. Identification of molecular target associated with selenium-induced growth inhibition in human breast cells using cDNA microarrays. *Cancer Research* 62, 708-714.
- El-Bayoumy K and R. Sinha. 2004. Mechanisms of mammary cancer chemoprevention by organoselenium compounds. *Mutation Research SSI*, 181-197.
- Foster HD. 2002. What really causes AIDS. Victoria BC, 198. Trafford Publishing.
- Granot D, A Levine and E Dor-Hefetz. 2003. Sugar-induced apoptosis in yeast cell. *FEMS Yeast Research* 4, 7-13.
- Guntinas MBdC, C Brunori, R Scerbo, S Chiavarini, F Quevauviller, FC Adams and R Morabito. 1997. Determination of selenomethionine in wheat samples: comparison of gas chromatography-microwave-induced plasma atomic emission spectrometry, gas chromatography-flame photometric detection and gas chromatography-mass spectrometry. *J. Anal. At. Spectrom.* 12, 1041-1046.
- IBL. 2002. Glutathione peroxidase colorim / kinetic assay. IBL Hamburg, <http://www.ibl-hamburg.com> (Mei 2002).
- Ip C, M Birringer, E Block, M Kotrebai, JF Tyson, PE Uden and DJ Lisk. 2000. Chemical speciation influences comparative activity of selenium enriched garlic and yeast in mammary cancer prevention. *J. Agri. Food. Chem.* 48, 2062-2070.
- Ip C and Y Dong. 2001. Methylselenocysteine modulates proliferation and apoptosis biomarker in premalignant lesion of the rat mammary gland. *Anticancer Research* 21, 863-867.
- Jaques KA. 2002. How selenium works. *Feeding Time* 7(2).
- Jung U, X Seng, S Yoon and A Chung. 2001. Selenomethionine induces apoptosis mediated by reactive oxygen species on HL-60 cells. *Free Radic. Mol. Med.* 31, 479-489.
- Levander OA. 2000. Cocksackievirus as a model of viral evolution driven by dietary oxidative stress. *Nutrition Reviews* 58, S17-S24.
- Lobinski R, JS Edmonds, KT Suzuki and PC Uden. 2000. Species-selective determination of selenium compounds in biological material. *Pure Appl. Chem.* 72(3), 447-461.

- Maehira F, GA Luyo, I Miyagi, M Oshiro, N Yamane, M Kuba and Y Nakazato. 2002. Alteration of serum selenium concentration in the acute phase of pathological conditions. *Clinica Chimica Ada* 316, 137-146.
- Mangan. 2003. *Cara Bijak Menaklukan Kanker*. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Mark SD, LY Qiao and SM Dawsey. 2000. Prospective study of serum selenium levels and incident of esophageal and gastric cancers. *J. Natl. Cancer Inst.* 92, 1753-1763.
- Murray RK, DK Granner, PA Mayes, VW Rodwell. 1999. *Biokimia Harper* (Terjemahan dari: *Harper's Biochemistry*). A Hartono (Penerjemah). AH Santoso (Editor). Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Navarrete M, A Gandry, G Revel, T Martinez and L Cabrera. 2001. Urinary selenium excretion in patient with cervical uterine cancer. *Biol. Trace. Elem. Res.* 79, 97-105.
- Navsariwala VD and Diamond AM. 2004. The Link between selenium and chemoprevention: A case for selenoproteins. *J. Nutr.* 134, 2899-2902.
- Rayman MP. 2000. The importance of selenium to human health. *The Lancet* 2000 356, 233-241.
- Samson RA, ES Hoekstra, JC Frisvad and O Filtenborg. 2000. Introduction to food- and airborne fungi. Sixth edition. Centraal Bureau voor Schimmelmicrocultures-Utrecht.
- Scott ML, PJ Goodman, EA Klein, HL Parnes, IM Thompson, AR Kristal, RM Santella, JL Probstfield, CM Moimpour, D Albanes, PR Taylor, LM Minasian, A Hoque, SM Thomas, JJ Crowley, JM Gaziano, JL Stanford, ED Cook, NE Fleshner, MM Lieber, PJ Walther, FR Khuri, DD Karp, GG Schwartz, LG Ford and AA Coltman. 2005. Designing the selenium and vitamin E cancer prevention trial (SELECT). *Journal of the National Cancer Institute* 2, 94-102.
- Tang R, H Liu, T Wang and K Huang. 2005. Mechanisms of selenium inhibition of cell apoptosis induced by oxysterol in rat vascular smooth muscle cells. *Arch. Biochemistry and Biophysics* 441, 16-24.
- Tapiero H, DM Townsend and KD Tew. 2003. The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. *J. Biomed Pharmacother* 57(3-4), 134-144.
- Thomas ANS. 1989. *Tanaman Obat Tradisional* 2. Yogyakarta. Kanisius.
- Unni E, E Singh, HC Ganther and R Sinha. 2001. Selenomethylselenocysteine activates caspase3 in mouse mammary epithelial cells in vitro. *Biofactor* 14, 169-177.
- Unni E, D Koul, WKA Yung and R Sinha. 2005. Selenomethylselenocysteine inhibits phosphatidylinositol 3-kinase activity of mouse mammary epithelial tumor cells in vitro. *Breast Cancer Research* R699-R707.
- Whanger PD. 2002. Selenocompounds in plant and animals and their biological significance. *Journal of American College of Nutrition* 21, 223-232.
- Whanger PD. 2004. Selenium and its relationship to cancer; an update dagger. *Br. J. Nutr.* 91, 11-28.
- Wilson SR, PA Zucker, RRC Huang and A Spector. 1989. Development of synthetic compounds with glutathione peroxidase activity. *J. Am. Chem. Soc.* 111, 5936-5939.
- Wu X, F Kassie and VM Sundermann. 2005. Induction of apoptosis in tumor cells by naturally occurring sulfur-containing compounds. *Mutation Research* 589, 81-102.

Tabel 1. Kandungan Se, Antioksidasi dan GPx Herba Vulkanis

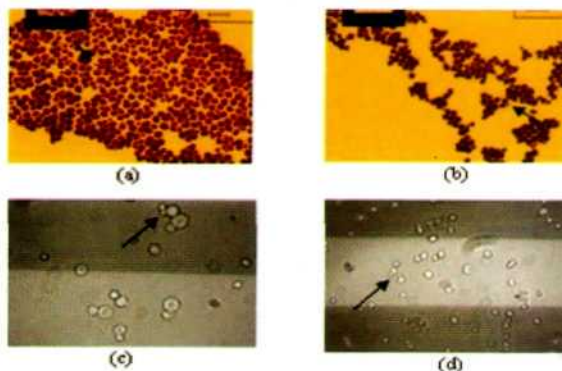
No	Kode Koleksi	Nani Herba dan Asal	Se (ppm)	4mM H ₂ O ₂ (mM)	GPI (IU/mL)
1	1NHR	<i>Allium sativum</i> , Rinjani	3.55	3,2646	4,883245
2	49NHR	<i>Allium sativum</i> , Cibodas	2.44	3,1347	1,98445
3	35NHR	<i>Sonchus arvensis</i> , Rinjani	1.98	3,4986	1,22378
4	9NHR	<i>Gibbaea cordata</i> , Bali	2.01	2,9759	1,31833
5	11NHR	<i>Kalanchoe pinnata</i> , Rinjani	1.61	2,5600	0,99678
6	11CNHR	<i>Kalanchoe pinnata</i> , Cibodas	1.08	2,6074	0,55487
7	48NHR	<i>Centella asiatica</i> , Cibodas	2.84	2,5730	0,7189
8	33NHR	<i>Physalis angulata</i> , Lombok	3.14	3,1706	3,78653
9	33CNHR	<i>Physalis minima</i> , Cibodas	1.62	3,1251	2,86174
10	5 IE	<i>Solam sp.</i> , Toraja	2.01	2,6619	1,66765

Tabel 2. Selenomethionin dalam ekstrak Se herba terseleksi

No	Nama Ekstrak Se Sampel	Selenomethionin (ppm)
1	<i>Allium sativum</i> 1NHR	0,9183 ± 0,08
2	<i>Physalis angulata</i> 33NHR	0,6271 ± 0,04

Tabel 3. Frekuensi penyusutan sel khamir *Saccharomyces cerevisiae* JB3505 terhadap perlakuan ekstrak herba vulkanis terpilih

No	Kode Koleksi	Nairn Herba dan Asal	Sel penyusutan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> JB3505 (%)
1	1NHR	<i>Allium sativum</i> , Rinjaii	12,50
2	49NHR	<i>Allium sativum</i> , Cibodas	9,50
3	35NHR	<i>Sonchus arvensis</i> , Rinjani	34,20
4	33NHR	<i>Physalis angulata</i> , Lombok	31,50


Gambar 1. Penampakan mikroskopis *S. cerevisiae* BJ3505 dengan metode fiksasi (a-b) dan lekapan basah (c-d). (a) dan (c) adalah blanko, (b) dan (d) adalah *S. cerevisiae* BJ3505-ciplukan 33NHR. Diambil dengan perbesaran 100 x. Tanda panah pada (a dan c) adalah sel normal, (b dan d) adalah sel yang menyusut.