

## **STRATEGI RISERT DAN PENGEMBANGAN DALAM PENGELOLAAN POTENSI BIODIVERSITAS \***

I Nyoman Pugeg Aryantha (Email : nyoman@bi.itb.ac.id)

Microbiology Program - School of Life Sciences & Technology

Center for Life Sciences – ITB, Jalan Ganesha 10 Bandung, 40132

### **ABSTRAK**

Keterpurukan bangsa Indonesia yang terjadi selama ini diantaranya disebabkan karena kesalahan dalam mengelola potensi kekayaan alam terutama keragaman sumber daya hayatinya (biodiversitas). Modal dasar yang dianugerahi Tuhan Yang Maha Esa berupa keragaman hayati tidak dikelola dan dimanfaatkan dengan baik sehingga tidak memperoleh manfaat maksimal dalam pemenuhan kebutuhan hidup bangsa. Strategi, fokus dan orientasi risert dan pengembangan belum dilakukan dengan tepat sehingga tidak diperoleh hasil yang optimal. Padahal semua aspek pendukung sebenarnya ada di bumi Indonesia. SDM berkualitas lulusan universitas luar negeri bertebaran sampai ke daerah-daerah, potensi alam sangat kaya, tenaga kerja berlimpah bahkan banyak yang menganggur, kebutuhan pokok penduduk lokal sangat besar bahkan harus impor sebagai peluang pasar yang potensial, permodalan bank (pinjaman) tersedia, namun kenyataan pasar lokal kita dipenuhi oleh produk-produk impor mulai dari buah-buahan, pangan, terlebih produk kesehatan dan pangan fungsional (nutrisitika). Sungguh merupakan hal yang menyedihkan rasanya, bagai pepatah yang mengatakan "ayam mati di lumbung", begitulah keadaan bangsa kita. Dalam makalah ini dibahas sekelumit pemikiran tentang strategi penelitian dan pengembangan dalam upaya pengelolaan potensi biodiversitas. Karena luasnya topik, maka cakupan bahasan termasuk contoh-contoh dibatasi hanya dalam beberapa aspek saja.

### **Pendahuluan**

Indonesia adalah negara subur makmur dengan kekayaan megabiodiversitas, disinari matahari sepanjang tahun dan curah hujan yang cukup, namun tidak memiliki prestasi dalam aspek produk dan iptek berbasis sumber daya hayati. Jangankan prestasi yang dapat dibanggakan, alih-alih untuk pemenuhan kebutuhan hidup dasar masyarakatnya saja Indonesia masih harus mengimpor berbagai komoditas berbasis sumber daya hayati. Saat ini di atas 50% penduduk Indonesia dinyatakan masih kekurangan gizi. Laporan data tahun 2002 menyatakan bahwa tidak kurang dari 38 juta masyarakat Indonesia termasuk kategori miskin. Sementara itu belasan juta rakyat Indonesia tidak memiliki pekerjaan alias menganggur.

Meskipun semua orang tahu bahwa permasalahan pemenuhan kebutuhan dasar hidup manusia adalah pangan dan sandang, yang tiada lain adalah berasal dari keragaman sumber daya hayati (BIODIVERSITAS), namun profesi bidang kehayatan pada kenyataannya kurang diminati sebagai arena berkiprah untuk berkarir. Terlebih di Bali ini, profesi sebagai petani tidak diminati sehingga banyak lahan-lahan yang dulunya produktif pertanian, kini terbengkalai atau dijadikan pemukiman dan jasa kepariwisataan. Data yang dilaporkan dalam situs pemerintahan propinsi Bali terdapat 489 hektar lahan tidak diusahakan tahun 2000 dan menjadi 1342 hektar di tahun 2001 ([www.bali.go.id](http://www.bali.go.id)). Kalau kecenderungan ini berlangsung terus, dapat dibayangkan suatu saat nanti semua kebutuhan pokok masyarakat Bali akan didatangkan dari Australia yang pertaniannya jauh lebih maju dan berkembang.

---

\* Makalah dibawakan dalam Workshop Pengelolaan Potensi Biodiversitas, LPIU-FK8PT – Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Denpasar-Bali, 14-15 November 2005

Sementara itu, IPTEK sebagai produk lembaga pendidikan tinggi sangat sering berakhir dan hanya tertimbun di perpustakaan berupa laporan penelitian, skripsi, thesis, disertasi atau syukur-syukur publikasi jurnal ilmiah. Sebenarnya banyak temuan-temuan dan teknologi sederhana yang dibutuhkan industri kecil dan menengah untuk mengurangi ketergantungan luar negeri tersedia di lembaga riset (perguruan tinggi), namun kenyataannya tidak banyak yang diaplikasikan. Di satu sisi, perhatian yang lemah pihak industri dalam membangun kolaborasi riset dan pengembangan juga termasuk faktor yang tidak mendukung terciptanya 'link and match' antara lembaga riset dan industri. Oleh karena itu, dalam rangka pengelolaan biodiversitas lokal, perlu suatu strategi untuk melakukan suatu aktivitas *bridging program* untuk menjembatani laboratorium di lembaga riset perguruan tinggi dengan masyarakat luas. Dana-dana yang dialokasikan pemerintah (belakangan ini sudah dikelola secara sektoral) dapat membantu proses *bridging* tersebut. Berbagai program riset, pemberdayaan atau pengabdian dan konsultasi, melalui DIKTI dan KRT seperti Penelitian Dasar, RUT, RUK, HB, RUSNAS, Penerapan Ipteks, Kuliah Kewirausahaan, Magang Kewirausahaan, Inkubasi Wirausaha Baru (INWUB), Vucer, Vucer Multi Tahun (VMT), Usaha Jasa dan Industri (UJI), Dana Kemitraan Peningkatan Teknologi Industri (DAPATI) dan sebagainya adalah dalam upaya mewujudkan situasi ke arah itu. Melalui program-program ini dengan prioritas riset dan pengembangan berbasis biodiversitas lokal diharapkan akan tumbuh subur UKM-UKM berbasis biodiversitas lokal yang dimotori oleh perguruan tinggi. Setidaknya 3,1 juta penduduk Bali dan wisatawan asing adalah pasar yang potensial untuk dijadikan target pemasaran.

## Peluang Pasar

Salah satu peluang pasar pengembangan biodiversitas adalah produk nutrisitika. Bisnis ini merupakan salah satu sektor bisnis yang pertumbuhannya paling cepat dewasa ini. Nilai pasar global produk nutrisitika tahun 2003 diperkirakan telah mencapai 180 miliar \$ US yang meliputi *functional food, supplement, natural personal care* dan *natural organic food* ([www.nutritionbusiness.com](http://www.nutritionbusiness.com)). Pertumbuhan industri nutrisitika mengalami perkembangan yang pesat terutama di beberapa negara Eropa Timur, China, Timur Tengah dan daerah Asia lain. Dari nilai uang, Amerika, Eropa dan Jepang adalah tiga negara terbesar yang memutar uang dalam industri nutrisitika (Tabel-1)

**Tabel 1 : Pertumbuhan Industri Nutrisitika Global (Sumber : [www.nutritionbusiness.com](http://www.nutritionbusiness.com))**

| Wilayah Negara | 2002<br>(US\$ Juta) | 2003<br>(US\$ Juta) | Pertumbuhan<br>Tahun 2003 |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| USA            | 58.520              | 63.710              | 8,9%                      |
| Europe         | 50.970              | 54.070              | 6,1%                      |
| Japan          | 28.820              | 31.520              | 9,4%                      |
| Canada         | 4.480               | 4.830               | 7,8%                      |
| China          | 6.040               | 6.940               | 14,8%                     |
| Rest of Asia   | 6.860               | 7.640               | 11,3%                     |
| LatAm          | 3.350               | 3.670               | 9,7%                      |
| Aust / NZ      | 2.990               | 3.210               | 7,4%                      |
| EE / Russia    | 1.930               | 2.250               | 16,3%                     |
| MidEast        | 800                 | 880                 | 10,1%                     |
| Africa         | 790                 | 860                 | 8,8%                      |

Ironisnya, dari tingkat konsumsi Vitamins dan Dietary Supplement (VDS), ternyata Indonesia termasuk negara yang paling tinggi tingkat pertumbuhannya dalam mengkonsumsi produk VDS yang mencapai 36%

(Tabel-2 ). Pertumbuhan tingkat konsumsi nutrisitika ini semestinya dibarengi dengan tingkat pertumbuhan produksinya di dalam negeri sehingga dapat menyehatkan perekonomian bangsa. Hal ini merupakan gambaran peluang yang sangat menjanjikan untuk pengembangan produk nutrisitika berbasis biodiversitas lokal.

**Tabel 2 : Tingkat pertumbuhan tercepat 4 negara pengonsumsi Vitamins & Dietary Supplement (VDS) tahun 2002-2003**

| Negara      | Pertumbuhan |
|-------------|-------------|
| Indonesia   | (36%)       |
| Philippines | (14%)       |
| China       | (13%)       |
| India       | (13%)       |

**Sumber : Euromonitor International - OTC Healthcare Database 2004**

Laporan media masa mengatakan bahwa lebih dari 50% orang Indonesia adalah mengalami kelaparan terselubung istilah lain dari kekurangan gizi (<http://www.kbi.gemari.or.id>). Untuk pemenuhan pangan bergizi cukup (yang sumbernya tiada lain adalah kekayaan biodiversitas) masih tersedia segmen pasar untuk lebih dari 100 juta orang. Seumpama pangan bergizi tersebut seharga 5 ribu rupiah per orang per hari berarti masih terbuka peluang pasar setidaknya 500 miliar rupiah per hari atau 15 triliun rupiah per bulan. Seandainya keuntungan dapat diperoleh 10% dari peluang pasar tersebut berarti keuntungan sebesar 1,5 triliun per bulan hanya pada sektor pangan saja. Bandingkan dengan pendapatan asli daerah (PAD) Bali yang tahun 2002 hanya mencapai 465,75 miliar rupiah ([www.bali.go.id](http://www.bali.go.id)).

Disamping untuk pemenuhan pangan bagi rakyat miskin, peluang pasar juga terbuka di kalangan masyarakat kaya dengan berbagai permasalahan kesehatan yang dialami karena perilaku makan yang tidak tepat. Gangguan kesehatan berupa kolesterol, stroke, arterosclerosis, jantung, darah tinggi, diabetes, kanker pada dasarnya membutuhkan pengobatan dan pencegahan yang sebagian produknya berasal dari sumber biodiversitas. Penderita diabetes melitus (DM) di Indonesia adalah nomor 4 terbesar di dunia setelah India, China dan Amerika. Setidaknya terdapat 17 juta orang Indonesia menderita DM pada tahun 2001 dan 194 juta di seluruh dunia menurut badan kesehatan dunia WHO. [http://www.pdpersi.co.id/pdpersi/news/cakrawala\\_dalam.php3](http://www.pdpersi.co.id/pdpersi/news/cakrawala_dalam.php3). Angka peluang pasar yang tidak kalah menggiurkan dapat kita bayangkan dari penduduk kaya bisa mencapai 1,7 triliun rupiah per bulan (Bila biaya perawatan kesehatan DM 100 ribu per orang per bulan).

Senada dengan kasus DM, penyakit degeneratif yang saling berkaitan yakni kolesterol, jantung, darah tinggi dan stroke juga menunjukkan angka penderita yang tinggi di Indonesia. Sejak tahun 1981, 1986 dan 1995 terjadi peningkatan penderita stroke di Indonesia sebesar 9,1%, 16% dan 19 % secara berturut-turut. ([www.sinarharapan.co.id/iptek/kesehatan/index.html](http://www.sinarharapan.co.id/iptek/kesehatan/index.html)). Gambaran di Jakarta akhir ini menunjukkan bahwa lebih dari 40% penghuni fasilitas neurologi di RS Dr. Cipto Mangunkusumo adalah penderita stroke. ([www.yastroki.or.id/printarticle.php?id=41](http://www.yastroki.or.id/printarticle.php?id=41))

Sementara itu penyakit yang ditakuti belakangan ini adalah kanker yang konon adalah merupakan pembunuh no 6 di Indonesia berdasarkan hasil survei tahun 2002. Setidaknya ada sorang penderita kanker baru dari 1000 penduduk tiap tahun di Indonesia dengan peningkatan dari 4,5% di tahun 1992 menjadi 4,9 % di tahun 1995. [www.depkes.go.id/index.php?option=news&task=viewarticle&sid=76&Itemid=2#](http://www.depkes.go.id/index.php?option=news&task=viewarticle&sid=76&Itemid=2#). Sedangkan menurut data WHO ada 6,25 juta pasien kanker baru tiap tahun di seluruh dunia ([http://news.indosiar.com/news\\_index.htm?idsj=5&sj=kesehatan](http://news.indosiar.com/news_index.htm?idsj=5&sj=kesehatan))

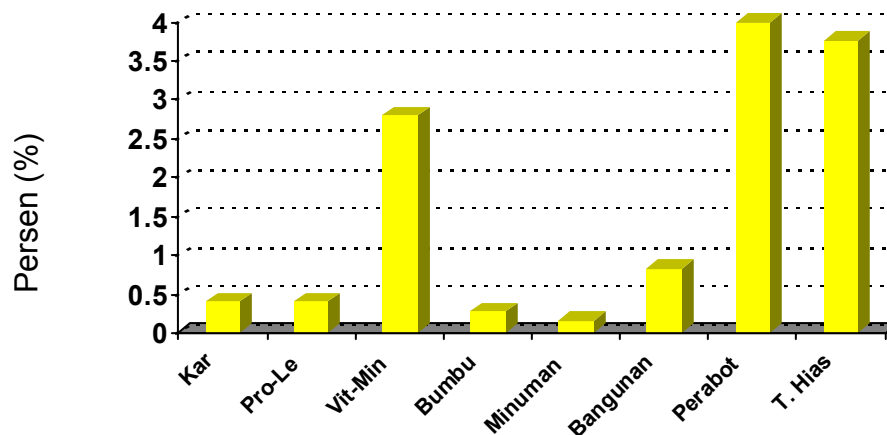
## Potensi Biodiversitas Indonesia

Dunia mengakui bahwa Indonesia adalah negara yang memiliki keragaman hayati terbesar di dunia untuk darat dan laut. Dari 1,5 juta spesies yang telah diidentifikasi di muka bumi ini hampir setengahnya ada di Indonesia untuk ikan dan moluska, tidak kurang dari 30% untuk serangga dan reptilia, 25% untuk fungi, atau secara total setidaknya 20% dari keragaman hayati dunia ada di Indonesia (Tabel-3). Gambaran itupun baru dari yang telah teridentifikasi, belum termasuk yang banyak sekali belum teridentifikasi terutama keragaman hayati di bawah laut dan mikroba yang baru diperkirakan teridentifikasi tidak lebih dari 10% dari semua jenis kehidupan mikroba.

**Tabel 3 : Keragaman jenis sumber hayati Indonesia dibandingkan dengan dunia**

| Kelompok         | Indonesia      | Dunia            | Persentase  |
|------------------|----------------|------------------|-------------|
| Prokaryots       | 300            | 4.790            | 6,3         |
| Fungi            | 12.000         | 47.000           | 25,5        |
| Algae            | 1.800          | 21.000           | 8,6         |
| Bryophytes       | 1.500          | 16.000           | 9,4         |
| Ferns            | 1.250          | 13.000           | 9,6         |
| Flowering Plants | 25.000         | 250.000          | 10          |
| Insects          | 250.000        | 750.000          | 33,3        |
| Mollusc          | 20.000         | 50.000           | 40          |
| Fishes           | 8.500          | 19.000           | 44,7        |
| Amphibians       | 1.000          | 4.200            | 23,8        |
| Reptiles         | 2.000          | 6.300            | 31,7        |
| Aves             | 1.500          | 9.200            | 16,3        |
| Mammals          | 500            | 4.170            | 12          |
| <b>TOTAL</b>     | <b>325.350</b> | <b>1.194.660</b> | <b>20,9</b> |

Sumber : Hilman & Romadoni (2001)



**Gambar 1 : Pemanfaatan Sumber Nabati Indonesia (Hilman dan Romadoni, 2001)**

Dari potensi mega-biodiversitas yang kita miliki sangat disayangkan kita baru memanfaatkan rata-rata di bawah 5% dari potensi keragaman biodiversitas tersebut (Gambar-1). Data tersebut memang relatif cukup lama namun tidak banyak perubahan yang terjadi selama hampir 10 tahun ini kalau memperhatikan data impor kita untuk pemenuhan kebutuhan pokok rakyat Indonesia (Gambar-2). Kenyataan ini dapat menjelaskan kenapa kita tidak termasuk dalam 10 besar negara pengeksport bahan baku obat (Tabel-4).

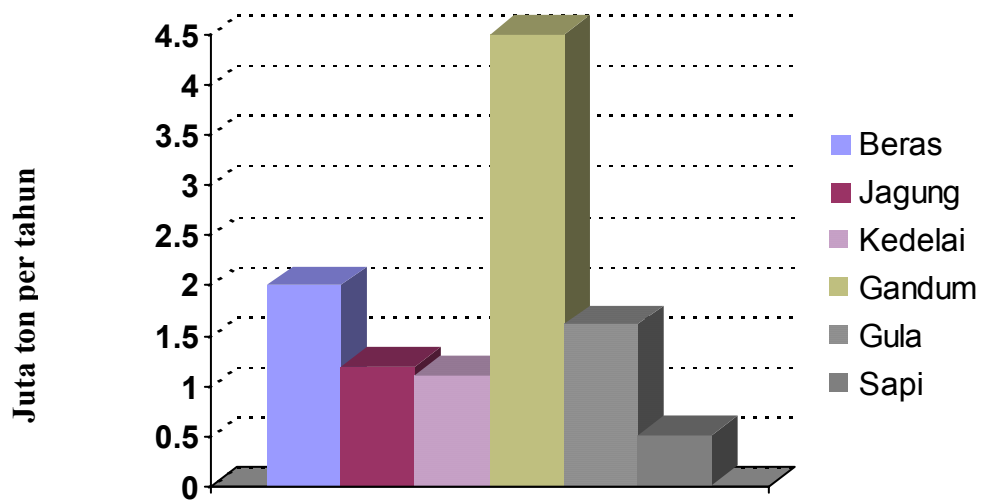
Andai saja semua orang menyadari, sumber daya hayati sebenarnya dapat bernilai sangat tinggi bahkan jauh lebih tinggi dari logam mulia emas atau BBM terutama apabila dilakukan pengembangan lebih lanjut dalam produk turunan. Sebagai ilustrasi tabel berikut menggambarkan nilai ekonomi produk turunan biodiversitas dibandingkan dengan harga emas dan BBM.

**Tabel 4: Sepuluh besar negara pengeksport tanaman obat (Hilman & Romadoni, 2001)**

| No  | Negara    | Volume penjualan rata-rata per tahun (Ton) | Nilai penjualan rata-rata per tahun (\$US) |
|-----|-----------|--|--|
| 1.  | Cina      | 140.450                                    | 325.550                                    |
| 2.  | India     | 35.650                                     | 53.450                                     |
| 3.  | Jerman    | 14.900                                     | 72.550                                     |
| 4.  | Singapura | 14.400                                     | 62.750                                     |
| 5.  | Chili     | 11.700                                     | 26.350                                     |
| 6.  | USA       | 11.650                                     | 120.200                                    |
| 7.  | Mesir     | 11.300                                     | 13.650                                     |
| 8.  | Pakistan  | 8.500                                      | 5.450                                      |
| 9.  | Mexico    | 8.250                                      | 9.400                                      |
| 10. | Bulgaria  | 7.350                                      | 12.250                                     |

**Tabel 5 : Nilai ekonomi produk berbasis biodiversitas padanannya dengan emas dan BBM (Hilman & Romadoni, 2001)**

| Produk turunan berbasis biodiversitas | Harga jual per Kg atau Liter (\$US) |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Hormon pertumbuhan                    | 20.000.000                          |
| Taxotere / Decotaxol                  | 12.000.000                          |
| Sulfat Vincristine                    | 11.900.000                          |
| Kokain                                | 150.000                             |
| Camptothecin                          | 85.000                              |
| Lear's Macaw                          | 24.000                              |
| Empedu Beruang kering                 | 7.000                               |
| Saffron                               | 6.500                               |
| Tulang Harimau                        | 3.000                               |
| Italian Truffle                       | 650                                 |
| Sirip Hiu                             | 550                                 |
| Kopi                                  | 10                                  |
| Kapas                                 | 1,5                                 |
| Emas                                  | 10.000                              |
| BBM                                   | 1                                   |



**Gambar 2 : Volume impor pangan Indonesia rata-rata per tahun (Husodo, 2005)**

Secara singkat, dapat dikatakan bahwa potensi sumber daya hayati Indonesia adalah sangat besar apabila dikelola dengan benar. Dikaji untuk pemanfaatan yang optimal, dikembangkan teknologi budidayanya, dipelihara kualitas lingkungannya, dilakukan pengolahan lanjut dengan teknologi yang efisien, dipersiapkan infrastruktur distribusi dan pemasarannya, didukung oleh semua pihak dalam riset dan pengembangannya, termasuk dicintai produknya.

#### **Potensi Dalam Aspek Pangan Fungsional (Nutrisitika)**

Sebagai gambaran kasar tentang potensi biodiversitas dalam hal ini hanya dibahas beberapa contoh, misalnya jamur (cendawan). Secara umum jamur adalah sebagai bahan pangan bergizi tinggi namun beberapa jenis bahkan ada yang berkhasiat obat dan sebagai bahan nutrisitika. Jamur yang terbesar diproduksi di seluruh dunia saat ini adalah champignon (*Agaricus*), Tiram (*Pleurotus*) dan Shiitake. Diantara negara-negara produsen jamur di dunia, China adalah produsen jamur terbesar terutama jamur eksotik seperti Shiitake (Aryantha, 2005). Tahun 2004 pasar ekspor jamur China sudah mencapai 137 negara di dunia dengan nilai ekspor mencapai US\$800 juta. Indonesia, meskipun merupakan negara dengan biodiversitas darat nomor 2 di dunia dengan iklim yang ideal, bahan baku berlimpah dan jumlah tenaga kerja yang besar, masih mengimpor jamur dari China dengan nilai 55,5 miliar rupiah per tahun. Sementara, data BPS menginformasikan bahwa nilai ekspor jamur Indonesia dalam periode 2000-2003 hanya berkisar di bawah 4 juta \$US per tahun (Dimiyati, 2005).

Jamur dikenal memiliki nilai nutrisi yang sangat baik sebagai bahan pangan. Korelasi tingkat kesehatan masyarakat dan umur harapan hidup masyarakat tampak ada kaitan dengan tingkat konsumsi jamur. Jepang termasuk bangsa yang memiliki harapan hidup paling tinggi di Asia (di atas 80 tahun) adalah pengonsumsi jamur yang sangat besar, yang pada tahun 2000 mencapai 109.281 ton untuk jamur Shiitake saja (Bing & Li, 2004). Tercatat pada tahun 2004 Jepang mengimpor jamur dari China sebesar 87.722.085 kg dengan nilai US\$ 263.106.855 (Tabel-6). Meskipun termasuk penghasil jamur yang besar juga, namun karena tingginya tingkat konsumsi jamur masyarakat Jepang, tidaklah mengherankan Jepang merupakan negara pengimpor jamur terbesar dari China. Tingginya animo masyarakat Jepang dalam mengonsumsi jamur terutama Shiitake adalah karena keberadaan nilai gizi dan potensi kesehatan jamur Shiitake termasuk sebagai anti kanker (Yap, *et al.*, 2004 dan Kumar & Lee, 2004).

Berbagai jenis jamur lokal memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan sebagai produk pangan dan nutrisi (Aryantha & Widayanti, 2004, Aryantha & Kusmaningati, 2005 dan Aryantha, 2005). Salah satu yang penulis bersama tim kaji dan kembangkan sampai menjadi produk adalah dari jenis *Ganoderma tropicum* (Aryantha, 2003). Jamur ini telah dibandingkan kandungan senyawa aktifnya dengan jamur *Ganoderma lucidum* asal China, ternyata memiliki kadar yang tidak berbeda bahkan untuk senyawa triterpen tertentu cenderung lebih tinggi (Aryantha *et al.*, 2001).

**Tabel 6 : Negara-negara pengimpor jamur utama dari China (Yadong, 2004)**

| Negara            | Volume (Kg)      | Nilai (US\$)     |
|-------------------|------------------|------------------|
| Japan             | 87.722.085       | 263.106.855      |
| Hong Kong (China) | 36.721.245       | 93.557.733       |
| United States     | 46.169.816       | 64.249.132       |
| Italy             | 21.706.962       | 38.635.647       |
| Germany           | 35.599.192       | 36.014.734       |
| Malaysia          | 19.059.060       | 29.594.534       |
| Thailand          | 4.326.889        | 28.895.670       |
| Russia            | 26.010.449       | 19.561.075       |
| R.O. Korea        | 16.299.426       | 19.114.146       |
| Canada            | 20.537.518       | 18.522.282       |
| Netherlands       | 15.929.874       | 16.818.732       |
| France            | 3.291.546        | 16.199.343       |
| Estonia           | 12.007.916       | 9.718.508        |
| Singapore         | 2.306.763        | 9.630.116        |
| Australia         | 5.549.517        | 5.838.544        |
| Taiwan (China)    | 4.976.195        | 5.763.852        |
| <b>Indonesia</b>  | <b>5.778.642</b> | <b>5.547.089</b> |
| Romania           | 9.074.411        | 5.490.596        |
| Philippine        | 7.159.493        | 5.461.434        |
| Mexico            | 7.159.519        | 4.797.206        |

### Potensi Dalam Aspek Industri Pertanian

Contoh pemanfaatan biodiversitas lain yang terkait dalam pemenuhan kebutuhan pokok manusia adalah dalam dunia pertanian dimana kebutuhan pupuk dan obat-obatan sangat besar biayanya. Untuk pupuk saja pemerintah harus mensubsidi biaya pupuk tidak kurang dari 6 triliun rupiah untuk tahun 2006 (AgroIndonesia.com, 2005). Belum lagi kebutuhan berbagai senyawa sida yang umumnya impor dan mahal.

Berbagai potensi biodiversitas indigenous dari aspek penyuburan tanah sampai pengendalian hama dan penyakit belum dimanfaatkan secara optimal karena tidak giatnya penelitian dan pengembangan dari sisi ini. Udara yang sebagian besar komponennya adalah gas nitrogen (N<sub>2</sub>) dan dapat difiksasi oleh sekelompok mikroba sebagai biofertilizer masih belum dimanfaatkan secara optimal. Secara gratis biodiversitas mikroba telah melakukan proses fiksasi nitrogen 5 kali (193 juta ton per tahun) dari kemampuan manusia yang hanya 42 juta ton per tahun untuk dijadikan pupuk urea dengan teknologi yang sangat rumit dan biaya yang sangat mahal sehingga harus disubsidi pemerintah hampir tiap negara di dunia

(Pelczar *et al.*, 1993). Fenomena interaksi langsung tanaman-mikroba dalam bentuk mikoriza juga potensial untuk dikembangkan sebagai aspek penyuburan pertanian. Demikian juga bahan organik dari bagian tanaman itu sendiri masih belum dimanfaatkan dengan baik dalam sistim budi daya berkelanjutan. Predator, antagonist dan pesaing alami hama, penyakit dan gulma tanamanpun belum terkelola dengan optimal sehingga pencemaran senyawa sida masih tinggi yang di satu sisi mengancam kehidupan komponen ekosistem lain yang semestinya berperan dalam daur nutrisi bagi tanaman. Tanaman sendiri menghasilkan berbagai senyawa anti hama, penyakit dan gulma namun belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan optimalisasi dan memadukan potensi alam yang ada kita dapat mengurangi pemakaian pupuk kimia namun tetap dapat menghasilkan panen yang tinggi tanpa merusak lingkungan (Aryantha, 2002).

Indole-3-acetic acid (IAA) adalah merupakan zat pengatur tumbuh kunci yang menentukan dalam berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dari pengkajian yang penulis dan tim lakukan paling sedikitnya ada 5 isolat kelompok *Bacillus* dan *Streptomyces* telah terbukti potensial menghasilkan IAA dan dapat mendukung pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*) secara *in vitro* maupun *in vivo* (Aryantha, *et al.*, 2004). Potensi aplikasi dan komersialisasi isolat indigenous ini telah diupayakan pengembangan produk dan perlindungan HAKI-nya dalam bentuk paten yang sudah didaftar dengan nomor file date Ditjen HAKI No. P00200300211 (Aryantha *et al.*, 2002). Tentu masih menggugah potensi biodiversitas Indonesia yang dapat dikembangkan dalam aplikasi pertanian dari berbagai kehidupan mikrobiologis termasuk bakteri penambat nitrogen, mikroba fotosintetik, mikroba fitohormon, mikroba pemecah fosfat dan jamur mikorhiza.

Perkembangan yang sudah cukup menggembirakan dapat kita lihat belakangan ini dengan munculnya beberapa produk penyubur tanaman berbasis biodiversitas lokal yang patut kita kampanyekan dan kembangkan terus. Disamping dapat mengurangi biaya pemupukan, yang lebih penting lagi adalah aspek pelestarian lingkungan yang kini sudah cukup memprihatinkan tercemar dari praktek pertanian modern. Penulis bersama tim juga telah mengembangkan produk berbasis biodiversitas mikroba lokal untuk aspek pertanian, peternakan, akuakultur dan bioremediasi (Aryantha *et al.*, 1998)

*Paecilomyces fumosoroseus* merupakan salah satu jamur entomopatogenik yang potensial untuk digunakan dalam pengendalian hama secara biologis. Jamur ini mempunyai kisaran inang yang luas (Vandenberg dan Frank, 1997), dan telah ditemukan isolat lokal *P. fumosoroseus* yang mempunyai daya infeksi cukup tinggi terhadap berbagai hama yang menyerang tanaman teh dan kina (Rayati dan Widayat, 1993). Produksi spora merupakan aspek penting dalam aplikasi jamur entomopatogenik sebagai agen pengendali hama. Sistem fermentasi bertahap yang diawali dengan fermentasi terendam untuk pertumbuhan dan diikuti dengan fermentasi permukaan untuk sporulasi merupakan pilihan yang tepat untuk jamur *Paecilomyces fumosoroseus* (Aryantha *et al.*, 2001).

Dalam upaya penanggulangan penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur, kekayaan biodiversitas indigenous sangat potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali penyakit tanaman yang berwawasan lingkungan. Salah satu contoh hasil penelitian yang sudah didaftarkan dalam bentuk paten (Nomor file date Ditjen HAKI : No. P20010211) adalah paket biofungisida dari mikroba lokal untuk pengendalian penyakit busuk akar (Aryantha *et al.*, 2001). Disamping itu beberapa contoh pengembangan lain yang telah dilakukan di litbang terkait seperti agen pengendali hama dari *Metarrhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* lokal (Aryantha, 1998).

Dalam upaya pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan, kreativitas pemanfaatan potensi biodiversitas mikroba indigenous sangat tepat dilakukan untuk memecahkan permasalahan limbah sekaligus meningkatkan nilai tambah limbah dalam proses fermentasi aerob. Sebagai contoh, upaya pemanfaatan limbah cangkang kakao (1,5 juta Ton per tahun) sebagai bahan pakan unggas telah dilakukan pengkajian dan pengembangannya. Perlindungan HAKI dari hasil pengembangan ini adalah berupa paten yang sudah didaftarkan dengan nomor file date Ditjen HAKI : No. P00200300217 (Suhermiyati *et al.*, 2002). Disamping

itu, pengkajian lain oleh mahasiswa bimbingan program doktor terhadap limbah sabut kelapa sawit (4,18 juta Ton per tahun) dengan menggunakan biodiversitas jamur pelapuk putih (white rot) telah berhasil meningkatkan penggunaan limbah sawit ini sampai 60% sebagai substitusi bahan hijauan pakan ruminansia (Musnandar, 2003). Dengan konversi oleh jamur *Marasmius* sp., limbah sawit tersebut juga dapat dipakai sebagai substrat tanam (bulking agent) pot tanaman sayuran (Aryantha *et al.*, 2005).

Potensi jamur yang sama, juga dapat dikembangkan dalam industri pabrik kertas yang berwawasan lingkungan yakni dalam tahap pembuatan pulp. Proses biopulping dengan menggunakan mikroba ligninolitik sudah banyak dikembangkan di negara maju termasuk upaya-upayanya mengkomersialkan di Indonesia. Pendaftaran paten asing dan upaya aplikasi biodiversitas asing di Indonesia dapat mengancam kelestarian lingkungan Indonesia. Sudah semestinya para peneliti lokal membuka mata akan potensi biodiversitas lokal yang dapat dikembangkan untuk aplikasi dalam negeri sebelum produk dan teknologi asing membanjiri dan kita selamnya jadi konsumen dan tergantung dengan pihak luar.

### Ancaman Dari Luar

Perlu diketahui, bahwa persentase pendaftar paten di Indonesia masih didominasi oleh pihak asing dengan rata-rata per tahun 1790 paten (93,8%) sedangkan pendaftar lokal adalah hanya 117,3 (6,2%) (<http://www.dgip.go.id>). Data tahun 2001 menunjukkan bahwa dari 223 jumlah pendaftar paten bidang Bioteknologi di Indonesia hanya 7 yang berasal dari pendaftar lokal sisanya adalah pendaftar asing yang didominasi oleh Amerika, Jepang, Inggris, Australia, Switzerland, Jerman, Belanda, Korea, dan Swedia (Hilman dan Romadoni, 2001). Di satu sisi sudah pasti ini merupakan sebuah ancaman (*threat*) bagi pengembangan dan pengelolaan biodiversitas lokal. Namun di sisi lain secara positif ini merupakan cambuk bagi kita supaya segera sadar untuk mengupayakan pengembangan biodiversitas lokal melalui riset-riset inovatif dan tepat sasaran. Kalau kita tidak segera mengantisipasi keadaan ini, besar kemungkinan kita harus membeli berbagai produk berbasis biodiversitas lokal yang dihasilkan pihak asing di negara kita dalam sistem perdagangan bebas nanti.

Dalam aspek pengendalian secara biologis dan penyuburan tanaman pertanian, beberapa perusahaan dan peneliti asing telah mendaftarkan paten-nya di Indonesia termasuk produk pengendali hama, pengendali penyakit tanaman, pengendali gulma produk biofertilizer mikorhiza. Berikut adalah beberapa contohnya (<http://www.dgip.go.id>):

ID 0 003 829, P – 002556 (Jumat, 30 April 1999) \*\*\* - **THE WELLCOME FOUNDATION LIMITED** \*\*\*  
Patricia Jane Cayley, UK ; Lorna Mary Dyet Stewart, UK ; Robert David Possee, UK ; Miguel Lopez Ferver, UK **ZAT-ZAT PENGENDALI BIOLOGIS** Sebuah bakulovirus rekombinan yang dalam sel-sel serangga yang terkena infeksi olehnya, memperlihatkan adanya protein asing yang terdiri dari racun pembunuh serangga, atau derivat fungsional daripadanya, yang diberi peptida ...

ID 0 002 992, P – 005933 (Jumat, 24 Juli 1998)  
\*\*\* **NEMATECH CO., LTD** \*\*\* Takanori Kasumimoto, JP ; Hiroshi Kawada, JP ; Ruriko Ikeda, JP  
**METODA UNTUK MEMPRODUKSI MIKROORGANISME YANG MERUPAKAN MUSUH ALAMI NEMATODA**  
Metoda untuk memproduksi mikroorganisme secara efisien yang merupakan musuh alami nematoda, terdiri dari penggunaan bahan pembawa anorganik dan bahan pembawa organik yang mempunyai ukuran dari antara 50 sampai 300 um sebagai...

ID 0 000 508, P – 003029 (Selasa, 5 Maret 1996)

\*\*\* **Korea Research Institute of Chemical Technology** \*\*\* Song Hae Bok, Amerika ; Hang Woo Lee, Korea ; Kwang Hee Son, Korea ; Sung Uk Kim, Korea ; Jee Woo Lee, Korea ; Do Yeob Kim, Korea ; Yong Kook Kwon, Korea

**PROSES YANG DITINGKATKAN UNTUK PEMBUATAN PESTISIDA MIKROBIAL TERLAPISI DAN PESTISIDA YANG DIPRODUKSI DARINYA**

Penemuan ini memberikan suatu proses peningkatan untuk membuat pestisida-pestisida mikrobial terlapisi yang terdiri dari mikroorganisme-mikroorganisme antagonis dan biopolimer alam yang berasal dari sumber alam, dan pestisida...

ID 0 000 314, P – 000089 (Jumat, 10 Nopember 1995)

\*\*\* **MITSUI TOATSU CHEMICALS INC.** \*\*\* Masanobu Arita, Jepang ; Kenichi Yamaguchi, Jepang  
**KOMPOSISI-KOMPOSISI UNTUK PENGONTROL GULMA YANG MENGANDUNG DRECHSLERA SPP, ATAU METABOLITNYA DAN METODA-METODA UNTUK MENGONTROL GULMA DENGAN MENGGUNAKAN DRECHSLERA SPP, ATAU METABOLITNYA**

Turunan-turunan Drechslera spp baru tertentu yang telah diperoleh bersifat patogen efektif untuk mengontrol rumput pekarangan (Echinochloa), suatu rumput-rumput yang mengganggu, dalam kultivasi hasil-hasil panen yang memilik...

ID 0 003 087, P – 005083 (Jumat, 4 September 1998)

\*\*\* **AGRICULTURAL GENETICS COMPANY LIMITED** \*\*\* Ingrid Arias de Williams, GB ; Jonathan Day, GB,  
**METODA MENYIAPKAN INOKULAN VA MIKORIZAE**

Penemuan ini memberikan suatu metoda penyiapan inokulan VA mikorizae yang dicirikan dengan membudidayakan tanaman yang terinfeksi VA mikorizae dari genus Glomus dalam sebuah medium yang mengandung atapulgit yang dikalsinasi...

Dalam aspek lain yakni sistim akuakultur, paten asing yang sudah didaftar di Indonesia berpotensi mengancam produk iptek lokal dengan sumber biodiversitas lokal.

ID 0 002 561, P – 006733 (Jumat, 27 Maret 1998)

\*\*\* **RICHARD W. FALS, II** \*\*\* Richard W. Fals, II, US  
**SISTEM AQUAKULTUR DAN METODA UNTUK MENGGUNAKANNYA**

Penemuan yang sekarang diarahkan pada alat dan sebuah metoda untuk memelihara dan menumbuhkan spesies biakan primer dan organisme-organisme sekunder pada pertumbuhan dari spesies primer dalam sebuah sistem akuakultur...

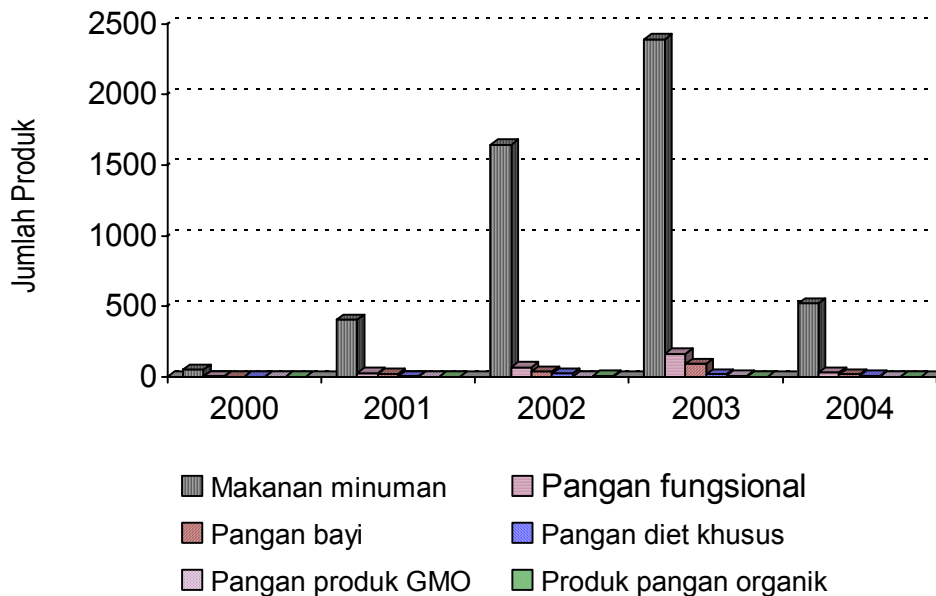
Tidak hanya dalam aspek pertanian dan akuakultur, pengembangan produk iptek dalam dunia industri juga sudah terancam dengan didaftarkannya paten dengan nomor ID 0003083, P - 940414 berikut. Jamur Marasmius yang penulis dan tim kembangkan dalam mengolah limbah sawit dan kakao menjadi komponen pakan ternak adalah sangat potensial untuk dikembangkan dalam dunia biopulping seperti paten yang didaftarkan pihak asing ini. Kemampuan mendegradasi lignin secara biologis berbagai isolat jamur pelapuk putih lokal dapat dikembangkan sebagai agen untuk menurunkan kadar lignin bubur kertas (pulp) sebelum dijadikan kertas.

ID 0 003 083, P – 940414 (Jumat, 4 September 1998)

\*\*\* **NOVARTIS AG** \*\*\* Robert A. Blanchette, US ; Roberta L. Farrell, US ; Sara Iverson, US  
**PENURUNAN KANDUNGAN PITCH DIDALAM KAYU BUBUR DENGAN MENGGUNAKAN JAMUR PEMBUSUK**

Jamur Schizophyllum commune, Trichaptum biforme dan Phanerochaete gigantea adalah bermanfaat untuk menurunkan kandungan pitch didalam bubur-bubur dan kayu-kayu bubur yang digunakan dalam pembuatan produk-produk selulosa. ...

Ancaman nyata yang dapat kita rasakan adalah dengan membanjirnya berbagai produk impor yang beredar di pasaran lokal. Sebagai ilustrasi, gambar-3 berikut menunjukkan produk berbasis sumber daya hayati impor (termasuk didalamnya makanan dan minuman, pangan fungsional, pangan bayi, pangan diet khusus, pangan produk rekayasa genetika (GMO), produk pangan organik) terdaftar di Badan POM dalam 5 tahun terakhir. Dari data yang ada, 37,8% produk berbasis sumber daya hayati yang terdaftar di BPOM dalam periode 5 tahun terakhir adalah produk impor (Susalit, 2005).



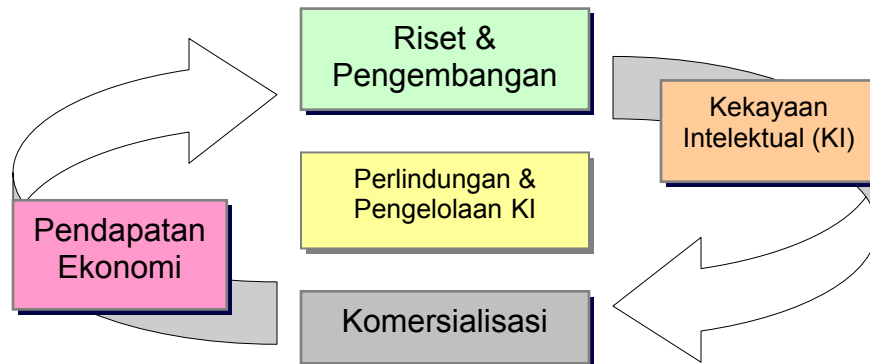
**Gambar 3 : Produk berbasis sumber daya hayati impor yang terdaftar di BPOM**

### Strategi Pengelolaan Biodiversitas

Idealnya, strategi penelitian dan pengembangan yang dilakukan dalam upaya mengelola biodiversitas lokal harus mengikuti siklus transformasi pengetahuan (*completing the loop*) berikut (Gambar-4). Penulis menyadari sepenuhnya dan yakin bahwa para staf akademik di Perguruan Tinggi sebenarnya sudah memiliki kompetensi yang berkualitas tinggi sesuai dengan bidang yang ditekuni masing-masing dalam rangka pengelolaan biodiversitas. Hanya saja sepertinya ada beberapa kendala yang dihadapi dalam rangka pengembangan lebih lanjut terutama sampai tahap hilir. Oleh karena itu strategi dan beberapa *point* pemikiran berikut setidaknya dapat dipakai masukan dalam pengelolaan biodiversitas lokal.

- Orientasi penelitian dan pengembangan : Target akhir dari penelitian sebisanya sampai tahapan hilir apakah berupa produk barang atau produk teknologi.
- Referensi tidak hanya jurnal ilmiah : Beberapa situs pengelola paten yang ditampilkan dalam makalah ini dapat diakses lewat internet untuk dijadikan referensi penelitian dan juga mencari ide dan inspirasi.
- Penumbuhan jiwa kewirausahaan : Paradigma lama yang mentabukan kegiatan bisnis di kampus harus ditinggalkan dimana staf akademik harus menumbuhkan jiwa kewirausahaan pada dirinya dan juga pada anak didiknya
- Mahasiswa harus dilibatkan : Dalam upaya penumbuhan jiwa kewirausahaan, mahasiswa sebisa mungkin dilibatkan dalam penelitian dosen melalui topik tugas akhirnya dan setelah lulus dapat ditargetkan menjadi pengelola bisnis yang sedang dirintis

- Dosen punya mainan usaha : Sebisanya dosen menargetkan punya usaha komersial yang terkait dengan bidang garapan yang ditekuni (perlu diketahui konon seorang Profesor di China juga menggarap usaha komersial di luar kampus)
- Kampus sebagai model : Dalam rangka melakukan pengembangan sampai tahap hilir (produk), kampus dapat dijadikan sebagai ajang inkubasi pematangan bisnis yang dikembangkan termasuk dalam aspek produksi, manajemen, pemasaran
- Lindungi hak kekayaan intelektual dari hasil penelitian dan Lakukan tahapan inkubasi



**Gambar 4 : Diagram Siklus Transformasi Pengetahuan**

### **Hak Kekayaan Intelektual (HaKI)**

Berbicara komersialisasi, mau-tidak mau kita harus memperhatikan masalah Hak Kekayaan Intelektual (HaKI) atau Intellectual Property Right (IPR). Dalam sistim perdagangan bebas, kita dituntut untuk melakukan perlindungan atas hasil-hasil penelitian dan pengembangan apakah itu produk, teknologi proses, rancangan pabrik, merek, ataupun ide-ide yang inovatif dan kreatif. Ini tidak hanya dalam rangka melindungi hasil karya kita dari pencurian pihak lain, namun juga untuk melindungi diri kita secara hukum dari tuntutan pihak lain meskipun apa yang kita komersialkan adalah merupakan temuan kita sepenuhnya. Tidak mengherankan apabila kita telah melakukan penelitian bertahun-tahun, hasil penelitian tersebut kemudian kita komersialkan, namun ternyata suatu ketika kita dituntut secara hukum karena dianggap mencuri teknologi orang lain. Di pengadilan kita dinyatakan bersalah dan harus membayar denda atau dipenjara. Alangkah menyakitkan seandainya hal ini terjadi pada diri kita. Ilustrasi ini dapat terjadi kalau kita tidak melakukan proses perlindungan terhadap karya kita secara hukum. Hasil penelitian kita bisa saja didaftarkan oleh pihak lain yang secara hukum dapat memegang hak patent tersebut sehingga pihak lain termasuk kita yang menemukannya harus membayar royalty kepada pemegang patent tersebut (Hilman & Romadhoni, 2001).

Secara politik, HaKI memainkan peranan penting dalam sistim perdagangan bebas. Organisasi dunia yang mengatur masalah HaKI adalah World Intellectual Property Organization (WIPO) yang bermarkas di Jenewa. Negara-negara yang menandatangani perjanjian Patent Cooperation Treaty (PCT) tunduk pada aturan-aturan yang berkaitan dengan masalah HaKI. Jatah atau quota ekspor negara anggota dipengaruhi oleh kredibilitas HaKI negara tersebut. Negara kita termasuk negara anggota WTO yang ikut menandatangani perjanjian perlindungan HaKI. Oleh karena itu kredibilitas HaKI negara kita akan dipantau

dari jumlah produk HaKI yang dihasilkan terutama yang berasal dari para penemu dalam negeri. Dalam hal ini pemerintah telah membuat Undang-Undang Paten, Merek Dagang dan Hak Cipta.

Kepentingan melakukan perlindungan HaKI secara umum adalah sbb:

- Merupakan hak eksklusif terhadap hasil penemuan
- Memberi posisi yang lebih kuat karena beraspek legal
- Mengurangi kompetisi pihak lain untuk memanfaatkan hasil penemuan
- ROI yang lebih tinggi
- Peluang lisensi lebih besar karena investor lebih tertarik
- Meningkatkan posisi tawar terhadap produk atau teknologi
- Memberi image yang positif bagi perusahaan pemegang lisensi

**Tabel 7 : Berbagai alternatif perlindungan HaKI (Hilman & Romadhoni, 2001)**

| <b>Jenis HaKI yang relevan</b> | <b>Obyek yang dilindungi</b>  |
|--------------------------------|---|
| Paten                          | Penemuan yang baru, inovatif dan dapat diterapkan secara industri                 |
| Paten Sederhana                | Penemuan sederhana yang baru dan mempunyai nilai praktis                          |
| Rahasia Dagang                 | Informasi teknis dan bisnis yang berharga   |
| Hak Cipta                      | Seni, musik, literatur, perangkat lunak (termasuk material tertulis lain)         |
| Perlindungan Varietas Tanaman  | Varietas baru tanaman hasil penyilangan klasik maupun modern                      |
| Merek Dagang                   | Merek dagang atau jasa yang mewakili kegiatan bisnis                              |
| Indikasi Geografis             | Untuk perlindungan indikasi produk yang dihasilkan di lingkungan geografis khusus |
| Desain Produk Industri         | Estetika dan fitur fungsional dari desain produk                                  |

Diantara produk HaKI yang paling umum dikenal terutama dalam kaitan dengan hasil penelitian adalah berupa Paten. Namun demikian, strategi proses pengHaKlan sangat penting dalam pemanfaatan hasil yang optimal. Sedikitnya ada tiga aspek yang dapat menjadi acuan dalam strategi pemilihan perlindungan HaKI. Aspek waktu pakai (kemajuan teknologi, kemajuan teknologi alternatif, penerimaan pasar); aspek daya kompetisi (kualitas, efisiensi biaya, keandalan, fleksibilitas) dan aspek keuntungan dan manfaat (penguasaan wilayah pasar prospektif, ukuran pasar dan manfaat pasar, kebutuhan investasi, penentuan harga dan periode pengembalian investasi) [Jolly, 1997]. Perlindungan HaKI juga sangat disarankan bersifat multiple. Satu produk teknologi dapat dilindungi dalam bentuk paten, sekaligus Trade Mark, dan juga desain produk misalnya.

Untuk mendapatkan informasi-informasi terkait masalah HaKI kita dapat melakukan penelusuran internet ke beberapa situs paten yang ada. Berikut adalah beberapa situs paten :

<http://www.dgip.go.id> (Indonesia)

<http://www.uspto.gov> (Amerika)

<http://www.patents.ibm.com> (Amerika – IBM)

<http://ep.espacenet.com> (Eropa)

<http://www.jipa.or.jp> (Jepang)

### **Proses Inkubasi**

Setelah ada proses perlindungan hukum terhadap hasil penemuan, langkah selanjutnya adalah proses inkubasi. Tahap ini merupakan tahapan yang tidak kalah penting dalam komersialisasi. Hasil penelitian skala laboratorium tidak dapat langsung dilakukan proses produksi skala besar (pabrik). Proses inkubasi

tidak hanya dari aspek produksi skala besar, namun juga pencarian modal atau calon investor, penjajagan pasar dan sosialisasi produk. Semua ini memerlukan keterlibatan berbagai pihak dalam rangka mewujudkan hasil penelitian-pengembangan bisa menjadi produk komersial.

Proses produksi skala pilot sebaiknya sudah dapat dilakukan secara rutin dalam masa penginkubasian. Penjualan skala sosialisasi dalam kalangan terbatas juga sebaiknya dilakukan sekaligus untuk mendapatkan data animo pasar. Pemesanan ulang (*repeat order*) dari calon pelanggan merupakan umpan balik akan kualitas produk yang dihasilkan. Untuk produk obat-obatan, data penjualan skala sosialisasi juga dapat merupakan gambaran hasil uji klinis terhadap produk yang memperkuat data uji farmakologi yang telah dilakukan dalam penelitian awal. Dalam masa penginkubasian, juga dapat terjaring calon-calon investor, agen penjual, pemakai ataupun pemasok bahan baku (Aryantha, 2003).

### **Pengelolaan HaKI dan Investor**

Setidaknya ada tiga pola pengelolaan aset HaKI yakni :

- Pola lisensi : Pemberian hak untuk memproduksi / mengelola kepada pihak pemegang lisensi dengan imbalan royalti kepada peneliti dan institusi penelitian atau perguruan tinggi
- Pola joint venture : Pembentukan kerja sama berdasarkan input pihak-pihak yang terlibat (aset intelektual, pendanaan, keahlian pemasaran, dll)
- Pola integrasi : Memasukkan aset pelengkap yang dapat membantu eksploitasi aset intelektual untuk digabungkan ke dalam lini produk utama / proses.

Masing pola pengelolaan memiliki kelebihan dan kekurangan. Pola lisensi tidak memerlukan keterlibatan dan pemikiran yang terlalu besar bagi peneliti penemu teknologi namun, keuntungan yang diperoleh hanya dari royalty dan technical assistance apabila tenaga dan pikiran peneliti diperlukan. Sementara sistem *joint venture* dapat memberi keuntungan yang lebih besar dari royalty dan dividen karena ikut memiliki industrinya namun memiliki beban yang lebih besar karena harus ikut memikirkan kelangsungan industri. Pola manapun yang dipilih, semua harus dilakukan secara legal di depan notaries dengan kesepakatan semua pihak.

Calon-calon penanam modal semestinya sudah terjaring pada tahap penginkubasian. Kadang kala penanam modal bahkan sudah ikut terlibat dalam proses penginkubasian. Mitra investor tentunya bergantung pada jenis penemuan, pola pengelolaan HaKI dan skala bisnis yang direncanakan. Asas saling percaya dan keterbukaan merupakan syarat mutlak dalam menjalin kerjasama dengan para investor. Beberapa pengalaman negatif telah membuktikan betapa pentingnya kedua aspek tersebut.

### **PENUTUP**

Pengelolaan biodiversitas (sumber daya hayati) lokal adalah mendesak untuk dilakukan guna memperoleh nilai kemanfaatan yang maksimal untuk kemaslahatan umat manusia secara berkesinambungan. Dalam pengelolaan biodiversitas perguruan tinggi setempat wajib mengambil peran secara proaktif dengan menggandeng semua pihak terkait. Para dosen / peneliti dengan dukungan institusi dan secara institusional semestinya menggunakan strategi penelitian dan pengembangan dengan pendekatan hulu-hilir dengan menjadikan kampus sebagai *role of model* dalam rangka komersialisasi produk iptek yang dihasilkan. Komersialisasi hasil penelitian dan pengembangan secara optimal akan memberikan output yang signifikan terhadap keberlangsungan aktivitas riset secara mandiri dan berkelanjutan. Disamping itu, para peneliti

akan memperoleh reward dan recognition yang memadai dari hasil-hasil penelitian yang berhasil dilisensikan. Materi kuliahpun dapat diperkaya dari hasil-hasil R&D dan akan memotivasi dan menumbuhkan jiwa-jiwa kewirausahaan di kalangan mahasiswa. Profesi peneliti akan semakin diminati di masyarakat sehingga dapat mempercepat proses kemajuan iptek di negeri ini. Interaksi antara laboratorium kampus dengan masyarakat industri akan semakin intens. Dari interaksi yang intens ini diharapkan dapat memperkuat usaha-usaha kecil menengah bahkan melahirkan perusahaan-perusahaan baru dalam menopang kemandirian industri. Akhirnya, perekonomian yang mandiri, stabil dan kuat akan tercipta sebagai sarana untuk mencapai cita-cita bangsa yakni masyarakat adil dan makmur.

## DAFTAR PUSTAKA

- AgroIndonesia.com 2005, Subsidi pupuk 2006 Rp. 6 triliun,  
<http://www.agroindonesia.com/agnews/ind/2005/Oktober/24%20Oktober%2001.html>
- Aryantha, I.P. & S. Widayanti, 2004, Deteksi senyawa lovastatin pada kultur miselium dan tubuh buah jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*), PROCEEDING SEMINAR MIPA IV, Bandung, 6 – 7 Oktober 2004, Hal : 560-563
- Aryantha, I.P., 1998, Saving the agricultural ecosystem by using microbes, Proceeding of National Seminar on Biological Challenge and Opportunity in Improving the National Economic Integrity, IUC Life Sciences of ITB, Bandung 30 of June-1st July 1998.
- Aryantha, I.P., 2002, Membangun sistem pertanian berkelanjutan, Diskusi seharai dalam upaya mengurangi penggunaan pupuk, Menristek-BPPT, 6 Mei 2002, Jakarta.
- Aryantha, I.P., 2003, Non-chemical extraction method for extracting bioactive compound of medicinal mushroom (Patent : Status Filing Date Ditjen HAKI No. P00200300565)
- Aryantha, I.P., 2003, Pengalaman KPP Ilmu Hayati LPPM - ITB Dalam Melakukan Komersialisasi Hasil Penelitian, Workshop Nasional Model Penerapan Hasil Penelitian di Perguruan Tinggi, Pusat Pembinaan dan Pengembangan Program Diploma (P4D), Ciwaruga-Bandung, 10-11 Juni 2003
- Aryantha, I.P., A. Adinda & S. Kusmaningati, 2001, Occurrence of triperpenoids and polysaccharides on *Ganoderma tropicum* with *Ganoderma lucidum* as reference, J. Australasian Mycologist, v.20 (2) : 123-129
- Aryantha, I.P., D. P. Lestari, M. Gantina, 2001, Biofungicide from indigenous microbes for controlling root rot diseases (Patent : Status Filing Date Ditjen HAKI : No. P20010211)
- Aryantha, I.P., D.P. Lestari & N. Puri, 2002, Phytohormone producing bacterial package from indigenous isolates (Patent : Status Filing Date Ditjen HAKI No. P00200300211)
- Aryantha, I.P., N. R. Nganro, Sukrasno, 1998, Teknologi mikroba probiotik indigenous untuk aplikasi pertanian, perikanan, dan bioremediasi (Trade Secret dan Lisensi teknologi : Terdaftar di KM HAKI-ITB Kontrak No. 004/KMHAKI-ITB/PKP/II/00)
- Aryantha, I.P. & S.Kusmaningati, 2005, Efek pemberian ekstrak *Ganoderma* terhadap kadar gula darah tikus putih Wistar, Poster Ilmiah disajikan dalam Kongres Pertemuan Ilmiah Tahunan, PERMI, Denpasar 25-27 Agustus 2005
- Aryantha, I.P., 2005, Development of nutraceutical based on Indonesian edible mushroom, Proceeding of China-Asean Workshop on Development of Edible Mushroom Industry, BPPT Jakarta 26-27 September 2005
- Aryantha, I.P., 2005, Pengembangan produk kesehatan dari Shiitake, Prosiding Lokakarya Pengembangan Produk dan Industri Jamur Pangan, BPPT Jakarta 1-2 Agustus 2005
- Aryantha, I.P., D.P. Lestari & N.P.D.Pangestu, 2004, Potensi isolat bakteri penghasil IAA dalam peningkatan pertumbuhan kecambah kacang hijau pada kondisi hidroponik, Jurnal Mikrobiologi

- Aryantha, I.P., Rayati D.J., & P. Arbiyanto, 2001, The optimization of nutrition factors in spore production of *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown-Smith with submerged-surface fermentation system, Proceedings of the Fifth symposium on Agri-Bioche, 2001, Tokyo, March 11, 2001. p. C11
- Aryantha, I.P., S. Harjati, Y. Setiadi & N. Kristanti, 2005, Biodegradasi serat sawit dengan fungi lignoselulotik sebagai "bulking agent" media tanam tomat dan jagung, Poster Ilmiah disajikan dalam Kongres Pertemuan Ilmiah Tahunan, PERMI, Denpasar 25-27 Agustus
- Bing, C. and L.Li, 2004, Analysis of Consumer Buying Behavior for Fresh Shiitake, [http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata\\_id=6500](http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata_id=6500)
- Dimiyati, A., 2005, Kebijakan Deptan dalam Pengembangan Jamur Pangan, Proworkshop Pengembangan Produk dan Industri Jamur Pangan Indonesia, BPPT Jakarta, 1-2 Agustus 2005.
- Hilman, H dan A. Romadoni, 2001, Pengelolaan dan Perlindungan Aset Kekayaan Intelektual, Panduan bagi peneliti Bioteknologi, The British Council, Bandung p. 1-24
- Husodo, S.Y., 2005, Kemandirian Pangan, Kebutuhan Bagi Indonesia, Negara Berpenduduk Banyak Dengan Potensi Pangan Yang Besar, Workshop Landmark Pangan, Gedung BPPT, 10 Maret 2005
- Jolly, V.K., 1997, Commercializing New Technologies, Harvard Business School Press.
- Kumar, S. and N. M. Lee, 2004, Apoptosis and Cytokine Induction Studies by Virus-like Particles from *Lentinus edodes* on Murine Lymphoma, [http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata\\_id=6500](http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata_id=6500)
- Musnandar, E., 2003, Reput hayati sabut kelapa sawit oleh jamur *Marasmius* sp., serta pemanfaatannya pada kambing kacang, Disertasi Program Doktor, Fakultas Peternakan-UNPAD, Bandung.
- Pelczar, M., E.C.S. Chan, dan N.R. Krieg, 1993, Microbiology : concepts and application, Mc Graw Hill, Inc., New York. p. 331
- Przybylowicz, P. and J. Donoghue, 1988, "Nutritional and Health Aspects of Shiitake", Shiitake Growers' Handbook, Kendal/Hunt Publishing Company, pp. 183-188, dalam [http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata\\_id=6500](http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata_id=6500)
- Rayati, D.J. & Widayat, W., 1993, Promising Entomopathogenic Fungi for Biological Control of Tea and Cinchona Pests: Their Pathogenicity and some Critical Aspects of the Disease Induction, Proc. of the Symposium on IPM Control Component, Seameo Biotrop, Bogor, 167-174.
- Suhermiyati, S., Aryantha, I.P., E. Musnandar, 2002, Poultry feedstock component from bioprocessed cocoa husk waste (Patent : Status Filing Date Ditjen HAKI : No. P00200300217)
- Susalit, S.I., 2005, Standarisasi produk pangan dan kesehatan berbasis jamur, Pra Workshop Membangun Produk dan Industri Jamur Pangan Indonesia, BPPT Jakarta, 1-2 Agustus 2005.
- Vandenberg, J.D. & Frank, A., Efficacy of Serially Transferred *Paeciloyces fumosoroseus* for the Diamondback Moth and the Rusian Wheat Aphid, Abstract of 1997 ESA Annual Meeting.
- Widayat, W. dan Rayati, D.J., Pengendalian Ulat Jengkal Hama Tanaman Kina dengan Menggunakan Jamur Entomopatogenik di Laboratorium, makalah dalam Simposium Penerapan Pengendalian Hama Terpadu, Balittan Sukamandi, 3-4 September 1992, 8p.
- Yadong, H., 2004, Report on the Export of China's Mushroom Products in 2004, [http://www.mushworld.com/oversea/list.asp?cata\\_id=5120](http://www.mushworld.com/oversea/list.asp?cata_id=5120)
- Yap, A.T., S. K. Chandramohan, M. L. N. Mary, 2004, Partially Purified *Lentinam* from Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*) still Retain Antitumour Activity, [http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata\\_id=6500](http://www.mushworld.com/medicine/list.asp?cata_id=6500)