



BERITA UTAMA

Penandatanganan Perjanjian Lisensi Feromon-Exi

Spodoptera menurut kamus Wikipedia adalah ngengat yang termasuk dalam suku *Noctuidae*. Ulatnya dikenal sebagai hama yang sangat merusak. Ulat yang tidak ber "rambut" oleh awam biasa disebut ulat tentara atau ulat grayak. Di Indonesia, ulat grayak yang menjadi hama utama adalah *Spodoptera exigua* (larva berwarna coklat kehijauan) dan *S. litura* (larva berwarna coklat). Keduanya dapat menyerang tanaman budi daya (padi, jagung, kedelai, dan lain-lain) mulai dari tanaman muda hingga tahap pengisian biji. Pada serangan terha-

dap tanaman muda kerugian dapat mencapai 100% karena semua tanaman dimakan pucuknya hanya dalam semalam. Serangan terjadi pada malam hari, karena pada siang hari ulat grayak bersembunyi di bawah permukaan tanah.

Spodoptera exigua adalah salah satu hama ulat bawang yang selalu menjengkelkan para petani bawang di daerah sentra produksi bawang. Hama tersebut mampu menghancurkan pertanaman bawang dalam hitungan hari. Telur biasanya diletakkan dalam kelompok oleh serangga betina dan dalam waktu 2-3 hari telur-telur tersebut akan menetas, kemudian ulat instar satu akan masuk ke dalam daun dan memakan daun bawang untuk hidup dan berkembang. Karena ulat sebagian besar waktu

hidupnya ada di dalam daun bawang, maka akan sangat sulit dibunuh dengan insektisida. Para petani bawang, biasanya mengendalikan hama tersebut dengan menyemprotkan insektisida tiga hari sekali, bahkan ada yang dua hari sekali, dan insektisida yang disemprotkan kadang-kadang campuran dari beberapa jenis insektisida. Tentu hal ini menyebabkan biaya tinggi untuk pengendalian selain itu juga tidak ramah lingkungan, matinya serangga bukan sasaran, dan bahaya terhadap kesehatan petani. Untuk mengendalikan ulat bawang, BB-Biogen telah menghasilkan teknologi yang efektif, efisien, murah, dan ramah lingkungan, yaitu dengan memanfaatkan feromon seks, yang dikenal dengan Feromon-Exi.

Warta Biogen

Penanggung Jawab
Kepala BB-Biogen
Karden Mulya

Redaksi

Saptowo J. Pardal
Joko Prasetyono
Tri Puji Priyatno
Ida N. Orbani

Alamat Redaksi

Seksi Pendayagunaan Hasil
Penelitian BB-Biogen
Jl. Tentara Pelajar 3A
Bogor 16111
Tel. (0251) 8337975, 8339793
Faks. (0251) 8338820
E-mail: borif@indo.net.id



Spodoptera exigua ketika masih dalam bentuk ulat (A) dan ngengat (B).

ISSN 0216-9045



9 770216 904515



Penandatanganan Perjanjian Lisensi

Pada acara *Round Table Meeting-4* dalam rangka Promosi Teknologi Badan Litbang Pertanian yang diselenggarakan di IPB *International Convention Center*, 31 Mei 2011, telah dilakukan penandatanganan Perjanjian Lisensi 3 invensi Badan Litbang Pertanian, salah satu di antaranya adalah penanda-

tanganan Perjanjian Lisensi Formula Feromon Seks Pemikat Serangga Jantan *Spodoptera exigua* (Feromon-Exi) antara Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) dan CV NUSAGRI. Dengan dilisensinya Feromon-Exi maka ketersediaan

produk ini dalam jumlah cukup untuk kebutuhan petani bawang akan lebih terjamin. Dengan tersedianya Feromon-Exi secara kontinyu diharapkan penanggulangan hama ulat bawang di tingkat petani menjadi semakin mudah dilakukan.

Redaksi

Lokakarya *National Information Sharing Mechanism* (NISM) on the Management of Agrobiodiversity telah dilaksanakan pada tanggal 12-13 Juli 2011 di Auditorium Dr. M. Ismunadji, Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian Bogor (BB-Biogen). Lokakarya diikuti oleh 31 peserta dari 24 instansi/lembaga (Tabel 1) yang merupakan *stakeholder* nasional yang terlibat aktif dalam implementasi *Nasional Information Sharing Mechanism on the Implementation of Global Plan of Action* (NISM-GPA) di Indonesia. Kepala BB-Biogen selaku *National Focal Point* (NFP) NISM-GPA membuka dan memberikan arahan dalam Lokakarya tersebut.

Lokakarya *NISM on the Management of Agrobiodiversity*, terbagi ke dalam lima agenda utama, yaitu:

1. Sambutan dan Arahan dari Kepala BB-Biogen.

Dalam kata sambutannya, Kepala BB-Biogen menyampai-

Lokakarya *National Information Sharing Mechanism on the Management of Agrobiodiversity*

kan dua hal utama terkait NISM on the Management of Agrobiodiversity, yaitu mengenai keberlanjutan dan pemanfaatan NISM. NISM merupakan mekanisme yang dibangun oleh FAO untuk memantau aktivitas konservasi dan pemanfaatan SDGTPP (Sumber Daya Genetik Tanaman Pangan dan Pertanian) di tingkat nasional maupun internasional. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam mekanisme ini adalah ketersediaan informasi yang harus dapat diakses dengan mudah dan cepat. Pembangunan NISM di Indonesia telah melibatkan beberapa *stakeholder* nasional, namun untuk menambah ketersediaan dan ketepatan informasi di dalamnya, NISM masih membutuhkan partisipasi lebih banyak lagi *stakeholder* agar

informasi yang ada dapat dengan tepat digunakan oleh para pengambil kebijakan dalam pengelolaan, pemanfaatan dan pengembangan SDGTPP. Oleh karena itu, informasi yang tersedia harus bersifat *up to date* dan mutlak dilakukan *updating* data secara keberlanjutannya. Pelaksanaan teknisnya, keberlanjutan implementasi NISM untuk periode berikutnya akan berada di bawah naungan Komisi Nasional Sumber Daya Genetik (KNSDG) agar dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

Informasi yang tersedia dalam NISM dapat dimanfaatkan untuk membantu menentukan skala prioritas program serta membuat strategi dan kebijakan pengelolaan SDGTPP untuk kesejahteraan masyarakat. Selain

Tabel 1. Daftar *stakeholder* nasional peserta lokakarya.

<i>Stakeholder</i> nasional	Jumlah peserta	Status <i>stakeholder</i>
Balai Besar Penelitian Tanaman Padi	2	Kementerian Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Ubi-ubian	1	Kementerian Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika	2	Kementerian Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Hias	1	Kementerian Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Industri	2	Kementerian Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat	2	Kementerian Pertanian
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau	1	Kementerian Pertanian
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung	1	Kementerian Pertanian
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah	1	Kementerian Pertanian
Balai Penelitian Teknologi Pertanian Jawa Timur	1	Kementerian Pertanian
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali	1	Kementerian Pertanian
Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian	3	Kementerian Pertanian
Pusat Penelitian Biologi	1	LIPi
Pusat Penelitian Bioteknologi	1	LIPi
Fakultas Pertanian Universitas Andalas	1	Universitas
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Diponegoro	1	Universitas
Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor	1	Universitas
LPPM Universitas Muhammadiyah Malang	1	Universitas
Pusat Kajian Buah Tropika IPB	1	Universitas
Balai Pengujian dan Sertifikasi Benih Pertanian Provinsi DI Yogyakarta	1	Pemerintah Daerah
Balai Sertifikasi dan Pengujian Mutu Benih Pertanian Tanaman Kehutanan dan Perkebunan Provinsi DI Yogyakarta	1	Pemerintah Daerah
Badan Lingkungan Hidup Provinsi DI Yogyakarta	1	Pemerintah Daerah
Pusat Penelitian Kopi dan Kakao	2	BUMN
Pusat Penelitian Teh dan Kina	1	BUMN
Total peserta	31	

itu, prioritas-prioritas kegiatan dalam empat bidang utama GPA (Konservasi *in situ*, Konservasi *ex situ*, Pemanfaatan SDGTPP, dan Pembangunan Kapasitas) juga dapat ditentukan secara efektif. Lebih lanjut, informasi NISM ini turut mendukung dan memperkuat keamanan pangan baik di tingkat nasional, regional, maupun global.

2. *Sharing* keterkaitan Indonesia, komunitas internasional, dan FAO dalam *Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* (PGRFA), oleh *Chief Technical Assistant* proyek NISM-GPA Regional Asia-Pasifik, Dr. Duncan Vaughan.

PGRFA merupakan material penting yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan manusia karena menyediakan kebutuhan pokok maupun non pokok manusia. Beberapa PGRFA tumbuh dan berkembang di daerah asalnya, namun sebagian besar yang lain berkembang jauh dari tempat asalnya, seperti kelapa sawit, kedelai, dan karet. Oleh karena itu, setiap negara akan saling ber-

gantung satu sama lain dengan keberadaan PGRFA ini. Dan hal penting yang mendesak dilakukan adalah upaya konservasi untuk melindungi PGRFA dari cekaman baik biotik maupun abiotik yang terjadi secara terus menerus, erosi genetik baik yang terjadi secara alami maupun ulah manusia, serta akibat perubahan iklim yang muncul akhir-akhir ini.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan *mega-diversity* tinggi yang memiliki banyak PGR (*Plant Genetic Resources*) budi daya maupun liar yang unik. Hal ini akan menjadi salah satu kekuatan untuk berkontribusi lebih besar dalam produksi tanaman global. Tetapi Indonesia dengan *mega-diversity*-nya bukan berarti telah aman dari ancaman kekurangan pangan. Beberapa komoditas unggulan Indonesia disinyalir telah sempit keragamannya dan kegiatan impornya meningkat, seperti pada gula dan gandum. Upaya konservasi, evaluasi dan pemanfaatan PGR merupakan titik penting dalam me-

nyelamatkan ketahanan pangan global di masa yang akan datang. PGR yang terkonservasi secara baik merupakan sumber jutaan gen yang dapat mengatasi berbagai cekaman biotik-abiotik pada tanaman, dan pada akhirnya dapat memperkuat ketahanan pangan global.

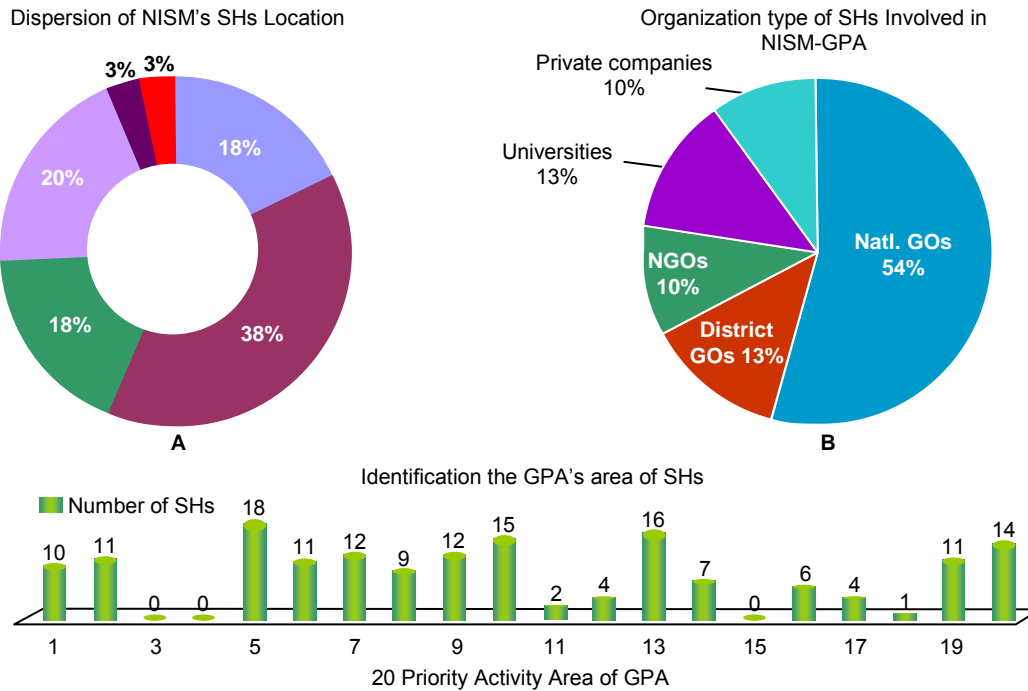
Secara global, lembaga yang menangani PGR berada di bawah UNEP dan secara nasional berada di bawah Kementerian Lingkungan Hidup. Sedangkan untuk PGRFA berada di bawah FAO dan secara nasionalnya berada di bawah Kementerian Pertanian. Khusus untuk PGRFA, beberapa sistem internasional yang saat ini sedang berkembang adalah (1) *State of the world's PGRFA*, (2) *Global Plan of Action* (GPA), (3) *International Information on PGRFA* (NISM, WIEWS), (4) *International Treaty on PGRFA* (ITPGRFA), (5) *Crop Diversity Trust and Svalbard*, dan (6) *CG system*. Kesemua sistem/ mekanisme ini bertujuan untuk mendukung upaya konservasi PGRFA agar dapat dimanfaatkan

dengan bijak demi kepentingan bersama.

3. Pemaparan Hasil Sementara Data *Stakeholder* Aktif NISM-GPA dan Sosialisasi Website NISM Indonesia oleh Dr. Sutrisno, Habib Rijzaani, MSI.

Dari kegiatan sosialisasi, pelatihan dan asistensi langsung oleh Tim Teknis NISM BB-Biogen ke seluruh *stakeholder* nasional yang terlibat, sampai akhir Juni 2011 teridentifikasi 39 *stakeholder* yang aktif dan berpotensi dalam proses implementasi NISM di Indonesia. Sebaran lokasi *stake-*

holder, status organisasinya, dan status kinerja *stakeholder* dalam 20 bidang kegiatan prioritas GPA dapat dilihat di Gambar 1. Sedangkan gambaran umum data sementara NISM untuk empat bidang utama dalam GPA tertera dalam Tabel 2.



Gambar 1. Sebaran lokasi *stakeholder* NISM (A), status organisasi *stakeholder* NISM (B), sebaran kinerja *stakeholder* NISM dalam 20 bidang kegiatan prioritas GPA.

Tabel 2. Data sementara NISM *stakeholder* aktif yang telah melakukan proses entri data.

Bidang utama GPA	Isian utama
Konservasi <i>in situ</i> (BKP* 1-4)	<ul style="list-style-type: none"> Kegiatan survai dan inventori SDGTPP (ubi jalar, kelapa sawit, durian, pisang, padi lokal, kopi, kakao, tanaman langka di Bali, anggrek, palma, herba, paku-pakuan, tanaman lokal dan potensi ekonomi di Jawa Tengah dan DI Yogyakarta) Konservasi lekat-lahan oleh BPTP, FIELD, ELSPAT, RLA, mencakup kegiatan produksi benih, kajian pemanfaatan varietas unggul dan lokal serta sosial ekonominya, berbasis komunitas petani
Konservasi <i>ex situ</i> (BKP 5-8)	<ul style="list-style-type: none"> Konservasi <i>ex situ</i> untuk tanaman pangan, buah, rempah, industri, perkebunan, dan kehutanan Sebagian besar data koleksi <i>ex situ</i> tersimpan dalam database Sistem Informasi Plasma Nutfah Pertanian (SIPNP), beberapa yang lain masih dalam bentuk excell Sebagian besar <i>stakeholder</i> tidak melakukan kegiatan monitoring integritas genetik dari koleksi yang dimilikinya Secara umum, tidak banyak kegiatan penelitian dalam hal pengembangan dan perbaikan metodologi konservasi <i>ex situ</i>
Pemanfaatan SDGTPP (BKP 9-14)	<ul style="list-style-type: none"> Secara umum, kegiatan karakterisasi dan evaluasi plasma nutfah telah dilakukan dengan dana terbatas Kegiatan pemuliaan juga intensif dilakukan oleh beberapa <i>stakeholder</i> Hanya sedikit sekali <i>stakeholder</i> yang melakukan kegiatan promosi <i>underutilized crop</i> (UUC) dan varietas lokal Beberapa <i>stakeholder</i> melakukan kegiatan produksi dan sertifikasi benih (Balit, BPTP, BPSB daerah)
Pembangunan kapasitas (BKP 15-20)	<ul style="list-style-type: none"> Beberapa kegiatan regional/internasional terkait jejaring kerja telah dilakukan dalam bentuk kerja sama penelitian, seminar, dan keanggotaan SIPNP telah digunakan secara nasional, meskipun aksesnya terbatas Belum ada standar baku dalam melakukan monitoring dan sistem peringatan dini untuk hilangnya SDGTPP di tingkat nasional Masih diperlukan pelatihan di bidang taksonomi dan konservasi tanaman indigenous Beberapa kegiatan penyadaran masyarakat akan SDGTPP telah dilakukan dalam berbagai bentuk media informasi yang atraktif Informasi mengenai LSM nasional atau individu yang aktif melakukan kegiatan konservasi belum teridentifikasi

BKP = bidang kegiatan prioritas.

Beberapa hal yang masih harus dilakukan terkait perbaikan data NISM, antara lain:

1. Melengkapi data *stakeholder* yang dientri ke dalam NISM.
2. Validasi dan konfirmasi data NISM oleh *stakeholder*.
3. Memperkuat komitmen *stakeholder* dalam proses *updating* data dan mekanismenya.
4. Diskusi dalam hal pengelolaan konservasi yang terintegrasi secara nasional.

Dalam sesi ini juga disosialisasikan draft web NISM Indonesia. Secara struktur, web ini terdiri dari Beranda, Apa itu NISM, Komite Pengarah, Pemangku Ke-

pentingan, Database, Galeri Foto, dan Kontak. Tampilan Beranda web portal NISM dapat dilihat pada Gambar 2. Beberapa hal yang masih perlu dilakukan untuk perbaikan web, antara lain, penyempurnaan isi terutama pada bagian komite pengarah dan galeri foto serta pengintegrasian database NISM ke dalam web portal.

4. Validasi dan Konfirmasi Data *Stakeholder* Aktif.

Untuk mempermudah pelaksanaan sesi ini, peserta Lokakarya dibagi ke dalam enam kelompok/grup dan didampingi oleh 1 orang tim teknis (Tabel 3).

Beberapa hal penting yang harus divalidasi dan dikonfirmasi oleh para peserta Lokakarya adalah:

1. Kelengkapan isian dari masing-masing Tabel Umum yang telah dientri (Tabel proyek, Tabel kontak person, Tabel publikasi, dan lain-lain).
2. Terjemahan Bahasa Inggris dari setiap entrian.
3. Kelengkapan isian tiap *field* dalam nomor pertanyaan yang sama.
4. Kelengkapan isian tiap nomor pertanyaan dalam area GPA yang sama (terutama pertanyaan opini yang terletak pada



Gambar 2. Tampilan beranda web portal NISM Indonesia.

Tabel 3. Grup *stakeholder* dalam sesi validasi dan konfirmasi data.

Grup 1 (Higa Afza) BB Padi Sukamandi Balitkabi Malang Balitjestro Malang Balittri Pakuwon	Grup 2 (Try Zulchi) Pusat Kajian Buah Tropika Bogor Puslit Kopi dan Kakao Jember Puslit Teh dan Kina Gambung Balittas Malang	Grup 3 (M. Sabda) Puslit Bioteknologi LIPI BB-Biogen Balithi Cipanas
Grup 4 (Lina Herlina) BPSBP DIY BSPMBPTKP DIY BLH DIY Puslit Biologi LIPI Pusat PVT	Grup 6 (Surya Diantina) Undip Semarang IPB Unand Padang Unmuh Malang	Grup 7 (Evy Juliantini) BTPP Bali BTPP Jateng BTPP Jatim BTPP Riau BTPP Lampung

akhir pertanyaan dalam area tersebut).

5. Entri data untuk area GPA di luar area yang telah diisi, apakah masih ada kegiatan instansi yang dapat mengisi area lain dalam *software* NISM tersebut.
6. Melengkapi form isian mengenai harapan dan bentuk tindak lanjut yang diinginkan berkaitan dengan implementasi NISM-GPA dalam waktu dekat dan jangka panjang.

Untuk lebih melengkapi dan menambah data yang sudah ada, *stakeholder* yang belum sempat diundang dalam lokakarya ini akan dikunjungi secara langsung ke lokasi untuk diajak terlibat dalam kegiatan ini. Pada awal Agustus, data NISM terakhir yang ada di Tim Teknis akan dikirim kembali untuk dicek oleh *stakeholder* dan disetujui untuk di-*share* dalam mekanisme NISM.

5. Diskusi Tindak Lanjut Data NISM-GPA dan Pemaparan Kesimpulan Lokakarya dalam bentuk Rekomendasi Pengelolaan SDGTPP oleh Dr. Sutoro dan drh. Agus Nurhadi, MS.

Pada sesi ini didiskusikan beberapa aspek berkaitan dengan tindak lanjut pengelolaan data NISM-GPA, yaitu:

1. SDM pengelola → kebutuhan pelatihan dan asistensi tambahan, kebutuhan akan adanya tenaga

khusus database di setiap instansi yang bergabung.

2. Institusi/lembaga → perlu rekrutmen *stakeholder* baru dan pengaktifan Komda SDG.
3. Komunikasi → perlu ada pertemuan rutin setahun sekali, penguatan jejaring kerja yang telah ada, sosialisasi intensif melalui Komda SDG, dan penyegeraan *launching* web portal NISM Indonesia lengkap dengan datanya.

4. Pemanfaatan data NISM → untuk kerja sama antar *stakeholder* dan panduan dalam pengelolaan SDGTPP.

5. Apresiasi/penghargaan → perlu ada untuk memacu kontribusi *stakeholder* yang terlibat.

Pada akhir lokakarya dirumuskan beberapa rekomendasi pengelolaan SDGTPP jangka pendek dan panjang, yaitu:

Jangka pendek	Jangka panjang
1. Penguasaan <i>software</i> dan pendataan	1. Perubahan kebijakan yang bertentangan dengan pengelolaan SDG→misalnya moratorium untuk pembalakan hutan, harus didukung, agar ke depannya konservasi SDG bukan hanya yang <i>domesticated</i> tapi juga SDG untuk <i>wild germplasm</i>
2. Pembentukan jaringan kerja	2. NISM dikelola oleh satu badan
3. Kelengkapan informasi database SDGTPP	3. Kegiatan rutin dalam pengelolaan SGTPP
4. Pemberdayaan SDM (petani, pengusaha, petugas)	4. Peningkatan dana, SDM
5. Sosialisasi ke <i>stakeholder</i> terutama yang belum bergabung	5. Akses mudah
6. Inventarisasi SDGTPP→ 18 dari 39 institusi yang berperan	6. Identifikasi SDG potensial dari koleksi
7. Penyadaran pemda/masyarakat untuk pelestarian plasma nutfah	7. Pertemuan, pelatihan pengelolaan rutin
8. Program nasional→informasi dari masing-masing institusi	8. Kerja sama nasional dan internasional dalam pemanfaatan SDG
9. Program pengelolaan SDGTPP di daerah	9. Pertukaran informasi
10. Peningkatan <i>capacity building</i> SDM	10. Peningkatan koleksi SDG/sumber benih
11. Koordinasi antar lembaga terkait dan anggaran yang cukup	11. Komitmen sesama SHs NISM
12. Kebijakan yang mewajibkan penyusunan database lengkap→ perlu konsensus antara pengelola NISM dengan operator	12. Konservasi/pemeliharaan SDG
13. Kerjasama antar pihak→ baik internal maupun antar instansi yang menjadi SHs	13. Dana untuk pemanfaatan
14. Penyelamatan yang hampir punah, maupun yang <i>underutilized crop</i>	14. Aturan agar CSR untuk SDG
15. Segera <i>on line</i> untuk web portalnya	15. Bank gen setiap komoditi
16. Pelatihan dokumentasi	16. Program nasional
17. Dibentuk dewan NISM SDG	17. <i>Sharing</i> data dan materi untuk pemanfaatan
18. Monitoring dan evaluasi database	
19. Validasi data dan rekrutmen instansi yang belum bergabung	
20. Identifikasi pengelolaan	

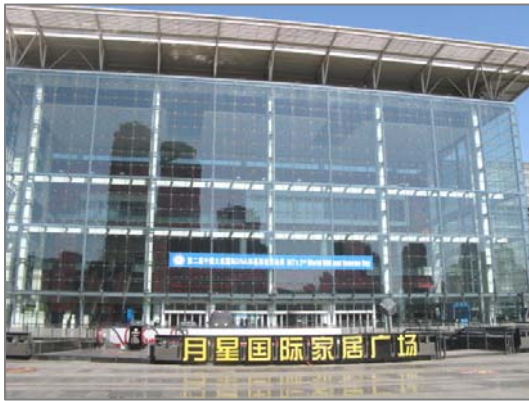
Andari Risliawati

Ketika pertama kali saya menginjakkan kaki ke Bandar Udara Beijing di Cina, decak kagum memenuhi pikiran saya. Begitu luas dan teraturnya bandara di Beijing ini seolah seperti bandara yang tidak bertepi dan tidak terbatas. Bandara Sukarno Hatta yang sudah begitu luas masih kalah jauh dengan bandara di Beijing ini. Itu awal mula dari perjalanan kami menghadiri Konferensi Internasional di

2nd World DNA and Genome Day

kota Dalian, Republik Rakyat Cina, tanggal 25-30 April 2011 lalu. Dari Beijing kami harus naik pesawat lagi ke Dalian selama 0,5-1 jam. Saya dan Dr. Puji Lestari berkesempatan mengunjungi kota tersebut untuk mempresentasikan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan di Indonesia (di BB-Biogen). Cina yang ada di dalam bayangan saya adalah

kumuh, kotor, dan sebagainya, ternyata di kota Dalian ini semuanya serba teratur dan jauh dari kesan kumuh. Gedung-gedung besar dan tinggi banyak berdiri, jalan lebar melintang, dan yang membuat saya kagum walaupun kota dibangun dengan sentuhan modern mirip seperti suasana di Amerika, tapi bangunan-bangunan kuno dengan



World Expo Center Gedung tempat kegiatan konferensi.



Beberapa bangunan tua dengan tipe Rusia.

arsitektur gaya lama masih dipertahankan, sehingga layak kalau Dalian disebut sebagai kota modern penuh romantis.

Konferensi ini diselenggarakan oleh hosting organization, yakni gabungan dari *Information Research Center of International Talent*, *China State Administration of Foreign Experts Affairs*; *China Medical Biotech Association*; *China Council for the Promotion of International Trade Dalian Sub-Council*; dan *Dalian Association for International Exchange of Personal*. Sebagai organisasi operasionalnya adalah *BIT Life Sciences* yang sudah berpengalaman dan khusus menangani pertemuan ilmiah tingkat internasional. Waktu pelaksanaan konferensi adalah 25-30 April, dan pada acara tersebut secara bersamaan diselenggarakan 6 konferensi internasional di dalam satu gedung pertemuan yang berukuran sangat luas, yakni di World Expo Center di kota Dalian (Republik Rakyat Cina). Adapun keenam konferensi tersebut adalah:

- 2nd World DNA and Genome Day.
- 4th Annual World Congress of Industrial Biotechnology.
- 2nd Annual International Symposium of Enzymes and Biocatalysis.
- 2nd Annual World Congress of Petroleum Biotechnology.
- 1st Annual World Congress of Bioenergy.
- 1st Annual World Congress of Marine Biotechnology.

Pada perjalanan dinas selama enam hari ini kami mengikuti konferensi *World DNA and Genome Day* (WDD) yang mengambil tema: *“Reopen Bio-Gateway in Green Economy Era”*. Beberapa *scientists* (9 orang) yang pernah meraih hadiah Nobel hadir dalam konferensi ini dan 8 orang di antara peraih nobel tersebut memberikan presentasi pada hari pertama. Adapun peraih nobel dan judul presentasi yang dibawakan adalah:

1. Dr. Erwin Neher, penerima nobel di bidang fisiologi atau kedokteran.
2. Dr. Richard J. Roberts, penerima nobel di bidang fisiologi atau kedokteran.
3. Dr. Ada Yonath, penerima nobel di bidang kimia tahun 2009.
4. Dr. Aaron Ciechanover, penerima nobel di bidang kimia tahun 2004.
5. Dr. Thomas A. Steitz, penerima nobel di bidang kimia tahun 2009.
6. Dr. Osamu Shimomura, penerima nobel di bidang kimia tahun 2009.
7. Dr. Avram Hershko, penerima nobel di bidang kimia tahun 2004.
8. Dr. Tim Hunt, penerima nobel di bidang fisiologi atau kedokteran tahun 2001.

Konferensi ini dihadiri oleh ribuan peserta dari kalangan internasional, domestik Cina dan lebih dari 100 pimpinan perusahaan yang bergerak dalam bidang bioteknologi maupun peneliti/akademisi. Pelaksanaan penyampaian materi terbagi

ke dalam 9 sesi. Saya sendiri mempresentasikan penelitian saya, yakni *“Study on the effect of Pupa1 (P Uptake1) introgression for increasing rice tolerancy to Phosphorus deficiency in Indonesia”*, dan Dr. Puji Lestari memberikan presentasi dengan judul *“Current status and prospect of research and blast resistance for rice improvement in Indonesia”*.

Cina sekarang memang mulai menjadi salah satu pemegang teknologi dunia. Penelitian DNA yang dahulu menjadi andalan Amerika atau Eropa sekarang maju pesat di Cina. Salah satu teknologi yang mereka kuasai adalah pembuatan DNA secara sintetik dan sudah sampai ke gen yang fungsional. Beberapa tahun ke depan Cina mungkin sudah bisa membuat gen secara sintetik dan bisa dimasukkan ke dalam tanaman atau manusia. Namun, negeri tirai bambu ini memang terkenal “pelit” di dalam memberikan informasi keluar. Hampir semua majalah atau *text-book* yang terpajang di toko-toko buku hanya berisi huruf kanji. Peserta seminar dari Cina yang memberikan presentasi di forum tersebut sebagian juga tidak bisa berbahasa Inggris. Oleh karena itu kita sebagai bangsa Indonesia tidak boleh minder dan ketinggalan teknologi hanya gara-gara tidak bisa berbahasa Inggris. Orang Cina yang tidak bisa berbahasa Inggris saja dengan “Pe De” nya mempresentasikan hasil penelitiannya. Mestinya kita juga seperti itu. Kalau hasil

penelitian kita sangat menarik, orang lain pasti akan memperhatikan presentasi kita walaupun mungkin presentasinya dengan Bahasa Inggris yang patah-patah atau sama sekali tidak bisa berbahasa Inggris (seperti orang Cina).

Pada hari terakhir diadakan tour keliling kota untuk melihat-lihat keindahan kota Dalian. Kota Dalian merupakan kota industri yang paling muda di Cina, yakni dibangun sekitar tahun 1889. Dalian terletak

di bagian utara negara Cina, sehingga pada bulan April suhu udara berkisar 14-16°C. Pada bulan April ini Dalian memasuki musim semi. Walaupun termasuk kota yang muda namun suasana kota sangat mengesankan dengan jalan raya yang sangat lebar dan gedung-gedung yang tinggi besar. Kualitas bangunan juga sangat bagus dan kokoh. Taman-taman kota juga sangat lebar dan terlihat rapi. Kebersihan tampak sangat terjaga.

Suasana kota yang dekat dengan pantai menyebabkan banyak obyek wisata yang dikunjungi terletak di pinggir pantai, seperti pantai dengan pasir berukuran besar dan berwarna kuning, koleksi ikan laut di daerah dingin, pertunjukan lumba-lumba, dan gedung-gedung dengan arsitektur seperti negara Rusia.

Joko Prasetyono

Di sela-sela acara PENAS XIII, dilakukan pemberian penghargaan kepada 25 peneliti Badan Litbang Pertanian dan tiga di antaranya adalah peneliti BB-Biogen, yakni Ir. Tiur S. Silitonga, MS sebagai Peneliti Utama Berprestasi, dan masing-masing Dr. Sutoro dan Dr. I Made Samudra sebagai Peneliti Madya Berprestasi. Tiga orang peneliti dari BB-Biogen bersama ke-22 peneliti lain di Badan Litbang Pertanian mendapat penghargaan dari Menteri Pertanian Indonesia, Dr. Suswono. Penghargaan diberikan di Gedung Bela Diri Stadion Aji Imbut, Tenggarong, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur pada tanggal 22 Juni 2011.

Ir. Tiur Sudiaty Silitonga, MS

Ir. Tiur Sudiaty Silitonga, MS memperoleh gelar Sarjana Pertanian, Jurusan Agronomi dari Universitas Sumatera Utara, Medan pada tahun 1976. Gelar S2 Jurusan Pemuliaan diperoleh dari Universitas Padjajaran, Bandung pada tahun 1983. Selain menjadi peneliti juga menjabat sebagai Kepala Laboratorium Bank Gen dan Genetika (1993-sekarang).

Jenjang fungsional Ahli Peneliti Utama diperoleh pada tahun 2004. Sekitar 100 karya ilmiah dalam bahasa Indonesia dan Inggris telah dipublikasikan, baik sebagai penulis tunggal atau *co-author* pada jurnal primer dan sekunder, baik yang di-

Tiga Peneliti BB-Biogen Mendapat Penghargaan Mentan

terbitkan di dalam negeri maupun luar negeri. Ir. Tiur Sudiaty Silitonga, MS juga aktif sebagai penyunting atau anggota dewan redaksi beberapa jurnal ilmiah serta berpartisipasi pada berbagai pertemuan di dalam dan luar negeri baik lokakarya, seminar, maupun pertemuan kebijakan yang menyangkut aspek sumber daya genetika. Di samping itu, juga sebagai anggota Tim Penilai dan Pelepas Varietas Komoditas Perkebunan; Panitia Penilai Jabatan Peneliti unit BB-Biogen; anggota *Regional Cooperation of South East in Plant Genetic Resources* (RECSEA-PGR); dan anggota *National Biodiversity Information Network* (NBIN).

Dr. I Made Samudra, MSc

Dr. Ir. I Made Samudra, MSc dilahirkan di Tabanan (Bali) pada tanggal 20 Desember 1960. Gelar S1 diperoleh pada tahun 1984 dari Fakultas Pertanian IPB Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Gelar S2 didapatkan pada tahun 1998 pada Univ. of Tokyo pada jurusan *Applied Entomology*, dan S3 didapatkan di Univ. of Tokyo tahun 2001 pada jurusan yang sama (*Applied Entomology*). Kecintaannya pada masalah hama menyebabkan pendalaman pendidikan dan penelitiannya tetap pada masalah hama tanaman, sampai berhasil membuat Feromon-Exi. Saat ini Dr. I Made Samudra menjabat sebagai Ketua Kelti Biokimia di BB-Biogen, dengan jabatan fungsional Peneliti Madya.



Tiga orang peneliti yang mendapat penghargaan dari Menteri Pertanian.

Dr. Sutoro

Dr. Sutoro dilahirkan di Solo (Jawa Tengah) pada tanggal 8 Desember 1953. Gelar S1 diperoleh di IPB Fakultas Pertanian pada tahun 1977. Gelar S2 dan S3 didapatkan di IPB juga pada tahun 1985 dan 2005, masing-masing di Jurusan

Statistik dan Agronomi. Pengalaman kerja yang sudah hampir 30 tahun di BB-Biogen telah membuat matang dalam menangani berbagai kegiatan penelitian yang menyangkut plasma nutfah, pemuliaan, konservasi tanaman, analisis data penelitian, dan perancangan percoba-

an. Saat ini Dr. Sutoro menjabat sebagai Ketua Kelti Pengelolaan Sumber Daya Genetik, dengan jabatan fungsional Peneliti Madya.

Redaksi Warta

ARTIKEL

Beberapa tahun belakangan ini dunia pemuliaan dan genetika terperangah dengan hadirnya marka baru yang dipercaya jauh lebih banyak, dan jauh lebih akurat dibandingkan dengan marka-marka yang telah ada. Tentu saja kita masih ingat di masa tahun 80-an orang mulai mengenal RAPD dan RFLP sebagai marka yang paling canggih saat itu. Karena pengerjaannya yang rumit dan memerlukan waktu yang lama RFLP pun ditinggalkan, sementara RAPD kadang-kadang masih dipakai orang untuk membedakan antar varietas karena marka RAPD bisa diaplikasikan pada DNA apa saja, baik tanaman, hewan, mikroba, ataupun manusia. Karena kefleksibelannya inilah marka RAPD masih dilirik sebagian peneliti untuk dipakai dalam penelitian sehari-hari sampai saat ini. Marka yang sangat populer dan bertahan cukup lama adalah marka mikrosatelit atau SSR. Marka ini sudah mulai digunakan pada tahun 90-an dan sampai hari ini pun masih bertahan. Marka yang bersifat kodominan, melimpah, dan mudah pengaplikasiannya ini sangat digemari oleh para peneliti genetika atau pemuliaan tanaman, sehingga tiap Lab Biologi Molekuler di dunia saat ini pasti tidak asing lagi dengan marka mikrosatelit. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi sekuensing yang semakin canggih dan semakin cepat, sekarang mulai muncul marka baru yang disebut dengan SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*).

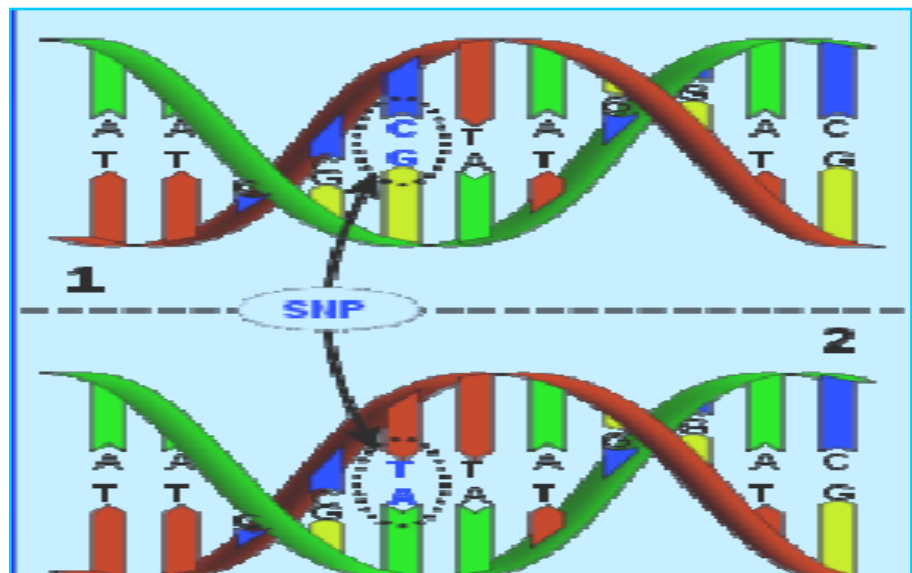
Marka SNP: Marka Molekuler Masa Depan

Apakah SNP dan Marka SNP itu?

SNP adalah sebuah perubahan satu nukleotida yang terjadi pada lokasi yang spesifik di dalam genom akibat peristiwa mutasi secara acak. Umumnya sekuen pada lokasi yang sama pada dua individu yang sama akan terlihat akibat mutasi ini. SNP umumnya paling banyak terjadi pada organisme eukariot. Peristiwa SNP ini bisa dijelaskan dalam Gambar 1.

Perubahan satu basa nukleotida ini terjadi pada semua bagian genom, baik intron maupun ekson, namun, kebanyakan terjadi pada daerah intron. Seandainya peristiwa ini terjadi pada daerah

ekson maka kadang-kadang bisa menimbulkan haplotipe baru karena perbedaan protein yang dihasilkan. Pada genom padi dari 400 mega base (= 400 juta pasang basa) atau 400.000 kb ditemukan SNP sebanyak 34 juta setelah membandingkan 150 aksesori padi. Kalau dirata-rata akan terdapat 1 SNP tiap 12 pasang basa pada padi liar, dan 1 SNP tiap 36-100 pasang basa pada padi budi daya (*Oryza sativa*). Perbedaan-perbedaan antar spesies inilah yang kemudian dimanfaatkan untuk membuat marka SNP dan bisa dipakai sebagai alat penanda. Dengan perkembangan teknologi sekuensing yang demikian pesat pada saat ini sekuensing yang



Gambar 1. Peristiwa mutasi pada satu titik di dalam DNA suatu organisme. Mutasi ini bisa menghasilkan protein baru (= *non-synonymous*) atau sama sekali tidak merubah penampilan organisme (*synonymous*). Namun peristiwa SNP lebih banyak menghasilkan protein baru.

Sumber: Mc Couch, 2011 (Training SNP, IRRI, 2011).

biasanya baru selesai setelah bertahun-tahun kini dapat diselesaikan dalam hitungan minggu, sehingga eksplorasi SNP-SNP pada genom padi pun berkembang pesat. Pada saat ini sudah dipilih 20 varietas padi yang berbeda untuk membuat marka SNP, yakni 4 *temperate japonica*, 3 *tropical japonica*, 1 *aromatic*, 2 *deep-water*, 3 *aus/bara*, dan 7 *indica*. Varietas padi tersebut adalah Aswina, Azucena, Cypress, Dom Sufid, Dular, FR13A, IR64, LTH, M202, MInghui 63, Moroberekan, N22, Nipponbare, Pokkali, Rayada, Sadu Cho, SHZ2, Swarna, Tainung 67, Zhen Shan 97. Situs-situs yang bisa dipakai untuk mendownload SNP misalkan: <http://www.oryzasnp.org>, <http://www.planbiology.msu.edu/>, http://www.gramene.org/db/diversity/diversity_view.

Setelah orang mengetahui SNP berdasarkan sekuen yang ada, maka orang pun mulai membuat marka SNP tersebut dan diaplikasikan untuk berbagai keperluan. Primer-primer SNP ini jauh lebih panjang dibandingkan dengan primer RAPD atau RFLP. Bagaimana kita membuat marka SNP berdasarkan informasi dari informasi di database? Seandainya kita ingin membuat marka SNP sendiri maka kita harus tahu dulu posisi yang hendak kita ketahui. Misal di kromosom 7 posisi 15879556-15880890, maka bisa memanfaatkan situs-situs tersebut untuk mengetahui jenis SNP apa yang terjadi A/T ataukah G/C. Tapi tentu saja individu yang dipilih untuk membuat marka SNP tergantung jenis populasi kita.

Misal populasi yang akan kita teliti adalah jenis *indica*, maka sebaiknya individu yang digunakan dalam mencari SNP adalah sesama *indica*. Tapi kalau individu yang kita pakai ada yang berasal dari tipe *indica* dan *japonica*, maka tentu saja kita harus membandingkan kedua jenis padi tersebut. Setelah diketahui jenis mutasinya (jenis SNP-nya) maka kita bisa kembali ke sekuen asal dari dua posisi tersebut dan dapat dibuat primernya, misal

CATGTACATGCGACATCACCACCGA
TTAAAATTATGAACATTCCATCTTG
[A/T]CCAATTGAG

CATTAAATCCCATGTCAAATGTCAG
GTTTACGCCTCAATAATCCAGCCAC

Primer ini panjangnya bisa 110 basa, sehingga ketelitiannya sangat tinggi. Primer-primer ini bisa diaplikasikan bersama primer lain dalam sekali *running* tergantung jenis teknologi yang ingin digunakan dan kemampuan alat yang dipakai. Eksplorasi dan penyusunan marka SNP ini masih terus berlangsung sampai saat ini karena jumlah SNP yang terdapat pada genom-genom padi ternyata sangat banyak, yakni sekitar 34 juta SNP, berarti masih ada peluang untuk membuat 34 juta marka SNP di masa mendatang. Dengan kegiatan re-sequensing pada 150 padi-padi di dunia diharapkan masih akan ditemukan lagi jutaan marka SNP yang bisa dimanfaatkan oleh manusia. Pembuatan marka SNP ini juga tidak mudah karena harus diverifikasi ulang lagi apakah primer yang telah dibuat bisa dipakai untuk mengamplifikasi DNA atau tidak, atau kalau pun bisa

apakah benar-benar berada tepat pada sasaran (satu tempat saja). Tapi jangan terlalu pusing memikirkan marka SNP ini karena industri penjual mesin pembaca SNP pun juga telah mulai menyediakan primer SNP-nya sekaligus. Atau kalau kita ingin melakukan eksplorasi sendiri mereka siap membantu sebagai bagian dari servis mereka. Atau kalau pun tidak menjual produk tersebut sekarang ini publikasi-publikasi marka SNP pun mulai bermunculan karena memang marka SNP ini tidak usah dipatenkan atau dimiliki secara personal/institusi. Setiap orang bisa dan boleh mengakses secara bebas. Setiap orang yang memiliki kemampuan bioinformatik yang cukup akan dengan mudah membuat marka SNP sendiri.

Kelompok industri ternyata cukup jeli dengan peluang marka SNP ini. Beberapa industri besar telah menawarkan berbagai mesin dengan berbagai merek, dan berbagai kemampuan pula dalam mengoperasikan marka SNP tersebut. Sistem pembacaan produk marka SNP-nya juga bermacam-macam (Tabel 1). Beberapa metode yang ditawarkan seperti yang ditampilkan pada Tabel 1. Trend pembacaan marka SNP ini lebih cenderung menggunakan *array/slide* (= kaca) karena satu titik dalam *array* bisa diletakkan ribuan marka SNP, bahkan mungkin dalam beberapa tahun mendatang 1 kaca kecil (sebesar kaca preparat pada praktikum biologi) bisa berisi 1 juta marka SNP. Tentu saja harganya juga akan menyesuaikan.

Tabel 1. Beberapa metode pembacaan marka SNP.

Metode pembacaan marka SNP	Jumlah marka yang bisa dibaca	Jumlah sampel yang bisa diakomodir oleh mesin	Harga per sampel	Harga per marka SNP
KBiosciences	10	10.000	USD\$ 1,5	USD\$ 0,15
Fluidigm	24	192 x 10 plates (1920)	USD\$ 3	USD\$ 0,12
Fluidigm	96	96 x 10 plates (960)	USD\$ 10	USD\$ 0,1
<i>BeadXpress</i>	384	96 x 15 plates (1440)	USD\$ 35	USD\$ 0,09
<i>GoldenGate</i>	1536	96	USD\$ 100	USD\$ 0,06
Affymetrix 44k	44.000	1 per slide	USD\$ 325	USD\$ 0,007
Infinium ^{*)}	2.500.000	4 per slide		
	5.000	24 per slide		

^{*)} teknologi terbaru yang dimiliki oleh Illumina, Inc.

Sumber: Thomson, 2011 (Training SNP, IRRI, 2011).

Mengapa industri menaruh perhatian besar dengan marka SNP ini? Industri alat dan bahan kimia yakin kalau marka SNP ini akan bertahan paling sedikit 20-30 tahun ke depan. Marka yang jumlahnya jutaan dalam genom organisme dan dengan berbagai keunggulan marka-marka ini membuat mereka yakin bakal meraih untung berlipat-lipat dari penjualan mesin, bahan kimia, *software*, atau pelengkap (*spare part*) dari mesin pembaca SNP tersebut. Apalagi trend ke depan marka SSR yang dianggap tidak praktis lagi akan mulai ditinggalkan perlahan-lahan dan digantikan dengan marka SNP ini. Jadi, nanti kegiatan *mapping* QTL, seleksi dengan marka (MAS), tidak perlu dikerjakan berbulan-bulan lagi, tetapi cukup satu atau dua hari saja dengan hasil yang cukup meyakinkan. Bahkan untuk lab-lab yang tidak memiliki fasilitas yang lengkap pun masih bisa memanfaatkan marka-marka SNP ini. Mereka cukup mengirimkan DNA yang akan diuji ke tempat-tempat yang menyediakan fasilitas pengujian. Namun, untuk saat ini memang masih terbatas jumlah penyedia jasa pembacaan marka SNP, tetapi beberapa tahun mendatang diprediksi akan menjamur perusahaan/institusi penyedia jasa layanan pembacaan marka SNP. Apalagi marka-marka SNP ini bersifat *free acces*, maka perusahaan publik pun boleh dan bisa mengeksplorasi dan membuat chip-chip yang berisi ribuan marka SNP. Kadang-kadang perusahaan tersebut menggandeng peneliti di sebuah lembaga penelitian/universitas untuk melakukan kegiatan tersebut, tentu saja nantinya akan diberikan imbal balik keuntungan penjualan produk berupa royalti ataupun dana penelitian. Industri yang saat ini menguasai pasar adalah Illumina dengan produknya yang memakai sistem *BeadXpress*, (dimiliki oleh IIRRI) dan menggunakan sistem *GoldenGate*, dan *Infinium* (dimiliki oleh BB-Biogen), sedangkan sistem terbaru (*Affimetrix*) baru merupa-

kan konsep dan saat ini belum ada di pasaran.

Contoh sistem pembacaan marka SNP dengan *GoldenGate* dapat dilihat dalam Gambar 2.

Apa Keunggulan Marka SNP?

Keunggulan marka SNP dibandingkan marka SSR/mikrosatelit adalah:

- Lebih cepat pengerjaannya. Misalnya 384 marka SNP untuk mendeteksi 300 sampel diperlukan hanya 4-6 minggu saja. Kalau memakai marka SSR dengan marka sebanyak itu bisa memerlukan waktu 1-2 tahun lebih kalau dikerjakan di Indonesia.
- Lebih sederhana karena kita hanya mengirim DNA saja. Lab-lab yang hanya punya fasilitas sederhana pun bisa mengikuti trend ini.
- Lebih murah hitungan biaya per sampelnya.
- Data bisa digabungkan dengan lab-lab lain.

- Polimorfisme jauh lebih baik/lebih banyak di dalam genom, sehingga marka yang bisa dipakai jauh lebih banyak dibandingkan dengan marka SSR.
- Lebih bisa dipercaya pada penelitian studi kekerabatan.
- Sangat bermanfaat untuk membandingkan antar spesies, bahkan lebih mudah dipakai untuk mendeteksi asal nenek moyang tanaman.
- Marka SNP bersifat *bialellic*, sedangkan marka SSR bersifat *multiallelic* (persamaannya kedua marka sama-sama bersifat kodominan).

Kekurangan marka SNP ini adalah:

- Memerlukan 5-10 marka lebih banyak pada satu lokus untuk mendapatkan alel yang berbeda.
- Memerlukan tempat/lab pengujian yang benar-benar bisa dipercaya dan mudah diakses oleh siapa saja.
- Teknologi ini masih sangat mahal, sehingga tidak setiap lab bisa

Activate DNA sample
(minimum 250 ng at 50 ng/uL)

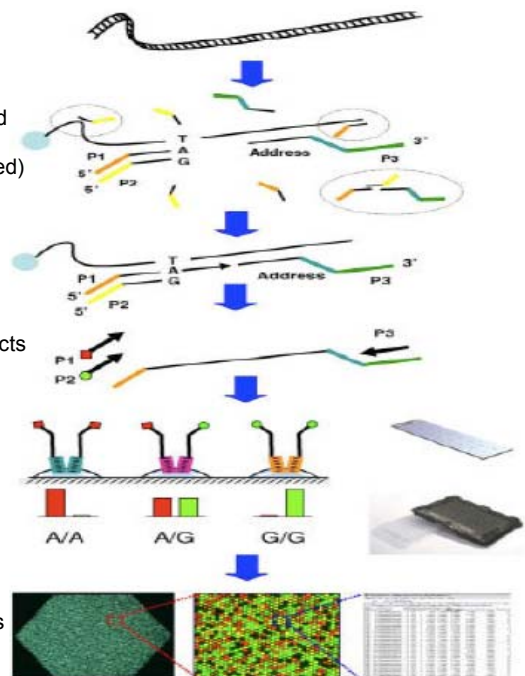
Hybridize assay oligonucleotides and bind DNA sample to paramagnetic particles (mishybridized oligonucleotides are circled)

Wash away excess and mishybridized assay oligonucleotides. Perform allele specific extension, then ligation reaction.

PCR amplify extended and ligated products with fluorescently labeled primers. Make PCR product angle stranded.

Hybridize to Sentrix Array

Image Sentrix Array, generate genotypes



Gambar 2. Sistem pembacaan marka SNP dengan memakai *GoldenGate* (sistem yang dipakai oleh mesin I-Scan dari Illumina yang dimiliki oleh BB-Biogen).

Sumber: Thomson, 2011 (Training SNP, IIRRI, 2011).

memanfaatkan marka SNP (marka SSR sudah mendunia dan mudah diaplikasikan).

- Memerlukan teknologi bioinformatika yang canggih.
- Masih sulit mentransfer marka SNP ke dalam marka yang bisa dipakai di media agarose atau poliakrilamid. Konversi marka SNP ini ke dalam *applicable marker* sangat penting dilakukan pada kegiatan MAS. Apalagi marka SNP yang terpaut dengan sifat tertentu sudah diketahui maka sangat bagus apabila marka tersebut bisa dipakai di agarose/poliakrilamid karena bisa digunakan oleh hampir semua orang di dunia.

Kegiatan apa saja yang bisa ditangani oleh marka SNP? Pada dasarnya semua kegiatan yang ditangani oleh marka-marka SSR bisa dilakukan oleh marka SNP ini, misalnya:

1. Studi kekerabatan (*Phylogenetic study*). Kegiatan ini sangat populer pada awal-awal penelitian marka SNP. Marka SNP yang sangat banyak dimanfaatkan untuk melihat pola kekerabatan. Marka-marka yang digunakan jauh lebih banyak dibandingkan dengan marka SSR sehingga pohon filogenetik yang dihasilkan pun jauh lebih bagus. Pada saat ini sedang berlangsung penelitian untuk mengetahui hubungan kekerabatan menggunakan 400 varietas *O. sativa* dari 80 negara dan 100 aksesori *O. rufipogon* dari 14 negara.
2. Pemetaan berdasarkan hubungan data genotipik dan fenotipik (*association mapping*). Kegiatan ini adalah mencari korelasi yang tinggi antara data molekuler dengan data fenotipik. Namun, sebagian peneliti tidak begitu percaya dengan hasil pemetaan berdasarkan *association mapping* ini.

3. Pemetaan QTL.

Kegiatan ini sudah biasa dilakukan menggunakan marka SSR. Penggunaan marka SNP akan lebih cepat dan lebih terpercaya.

4. *Fine mapping* dan kloning kandidat gen.

Di masa sekarang karena masih terbatasnya kemampuan alat pembaca marka SNP maka kegiatan *mapping* dan *fine mapping* dilakukan secara terpisah. Setelah didapatkan marka pengapit (*flanking marker*) maka baru dilakukan kegiatan *fine mapping*. Barangkali seandainya nanti ada alat yang mampu menampung 34 juta marka SNP dalam satu titik *array*, kegiatan *mapping* QTL dan *fine mapping* bisa dikerjakan sekaligus. Kegiatan *fine mapping* ini sekaligus bisa dilakukan analisis kandidat gen.

5. MAS (*Marker Assisted Selection*), termasuk analisis *background* genetik.

Kegiatan MAS di *Cornell University* sudah menggunakan SNP karena prosedur pengiriman sampel DNA dan analisis yang cepat sekali. Kegiatan MAS di negara berkembang apabila menggunakan marka SNP masih sulit dilakukan karena prosedur pengiriman sampel DNA masih sangat rumit (perlu surat izin ekspor dan MTA). Oleh karena itu perlu dipikirkan transfer marka SNP yang terpaut dengan sifat tertentu ke dalam marka yang bisa dipakai di dalam gel agarose dan poliakrilamid.

6. DNA *fingerprinting* (untuk kartu identitas varietas).

Jutaan marka SNP pada tiap organisme (34 juta pada padi) membuka peluang kembali mengenai pembuatan kartu identitas varietas. Selama ini kegiatan *fingerprinting* padi di BB-Biogen selalu tidak tepat sasaran karena menggunakan marka SSR yang

kemampuannya terbatas. Marka SNP membuka peluang kembali dibukanya kegiatan tersebut dengan hasil yang akurat.

7. Analisis mutasi.

Bermanfaat ketika kita melakukan mutasi pada varietas/galur tertentu dengan radiasi atau bahan kimia dan hasilnya bisa dilihat dengan marka SNP.

8. Analisis nenek moyang/asal usul.

Dengan marka SNP dimungkinkan untuk mengetahui asal usul suatu varietas dengan melihat pola perbedaan/kemiripan marka SNP.

Program-program yang bisa dipakai untuk mendukung kegiatan marka SNP ini adalah Genome Studio dan Alchemy (untuk mengolah data mentah di mesin pembaca SNP menjadi data siap pakai), Flapjack (untuk menggambar hasil SNP menjadi grafik yang bisa dilihat/dibaca dengan mudah), *Gene Flow*, *Power Marker*, *Structure* (untuk melihat keragaman genetik, analisis nenek moyang, dan analisis kelompok), Qgene (untuk *mapping* dan *mapping* QTL), dan TASSEL (untuk *association mapping*). Walaupun SNP memiliki kemampuan yang luar biasa tetapi teknologi ini menghadapi saingan berat dengan teknologi sekuensing. Barangkali apabila sekuensing dan analisis datanya sudah bisa dilakukan hanya dalam hitungan jam saja marka SNP ini juga akan ditinggalkan seperti halnya marka SSR saat ini. Namun, paling tidak kita masih bisa menikmati marka SNP ini mungkin dalam waktu 20-30 tahun ke depan sebelum teknologi sekuensing benar-benar menjadi lokomotif kegiatan biologi molekuler di masa mendatang.

Joko Prasetyono