

Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik

Kemajuan teknologi genomika telah membuka khasanah baru dalam memanfaatkan sumber daya genetik (SDG) pertanian. Semua informasi genom hasil penelitian Balitbangtan telah dikemas dalam Pusat Genom Komoditas Pertanian Indonesia (PGKPI). Basis data genom Balitbangtan yang dapat diakses oleh publik ini diharapkan bermanfaat bagi peneliti dan pemulia untuk mempercepat program penelitian dan pemuliaan komoditas pertanian Indonesia.

Pusat Genom Komoditas Pertanian Indonesia

Percepatan program pemuliaan komoditas strategis pertanian menjadi perhatian utama Balitbangtan dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan, serat, dan energi masyarakat di tengah-tengah keterbatasan sumber daya dan ancaman perubahan iklim global. Untuk itu, pada tahun 2010 Balitbangtan melakukan program percepatan pemuliaan melalui analisis genom dengan pendekatan high throughput genotyping platforms dan next generation sequencing (NGS). Pendekatan ini mengubah paradigma pemuliaan dan pemanfaatan sumber daya genetik dari upaya mengidentifikasi fenotipe menjadi mencari gen-gen penting.

Analisis genotyping dan genom total telah dilakukan terhadap aksesori padi lokal, kelapa sawit, sapi, jarak pagar, kakao, pisang, kentang, dan cabai. Semua data genom, gen-gen penting, marka spesifik, dan anotasinya telah dikemas dalam Pusat Genom Komoditas Pertanian Indonesia (PGKPI) dan dapat diakses oleh pengguna melalui situs web www.genom.litbang.pertanian.go.id. Basis data genom Balitbangtan ini merupakan basis data genom open public yang pertama di Indonesia berdasarkan hasil sekuensing dan genotyping beberapa komoditas pertanian.

Basis data PGKPI dibuat dalam enam kategori variasi genom berdasarkan jenis komoditas, yaitu tanaman palma (kelapa sawit, kelapa, aren), tanaman industri (jarak pagar, kakao), tanaman hortikultura

The screenshot displays the website for the Indonesian Agricultural Genomics Center (PGKPI). The main header reads 'PUSAT GENOM PERTANIAN INDONESIA' with a sub-header 'Melacak Variasi Genomis'. Below this, there are six categories of genomic data, each with a 'LIHAT BASIS DATA' button:

- Genom Tanaman Palma**: Kelapa Sawit, Kelapa, & Aren
- Genom Tanaman Industri**: Jarak Pagar & Kakao
- Genom Tanaman Hortikultura**: Pisang, Cabai & Kentang
- Genom Tanaman Pangan**: Padi, Jagung & Kedelai
- Genom Hewan Ternak**: Sapi PO, Sapi Lokal Indonesia
- Genom Mikroba**

The right sidebar contains a 'Tools' section with various utilities like Ensembl, UCSC, and Map Viewer, and a 'Tautan' (Links) section with external resources like VISTA and Genome Projector.

Pusat data genom komoditas pertanian berbasis web.

(cabai, kentang, pisang), tanaman pangan (padi, jagung, kedelai), hewan/ternak (sapi), dan mikroba. Pengguna dapat melakukan pencarian genom, gen-gen, dan marka single nucleotide polymorphism (SNP), serta sidik jari DNA dan deskripsi fenotipik SDG padi lokal. Secara umum, koleksi SNP yang tersedia dalam PGKPI mencakup ID lokus, sekuen pengapit SNP, posisi SNP pada setiap kromosom dalam genom, variasi alel (A, T, G atau C) setiap varietas/kultivar berdasarkan analisis dengan genom rujukan, dan deskripsi setiap gen dari masing-masing SNP. Data dalam basis data tersebut terus diperbarui berdasarkan analisis bioinformatik dan informasi terkini perkembangan genom.

Penjelajah genom (GBrowse) merupakan konten penting dalam situs ini. GBrowse adalah browser yang mengintegrasikan basis data dan web-page interaktif yang memvisualisasi genom dalam anotasi genom. Genome Browser ini merupakan paket generik visualisasi genom dengan perangkat yang memudahkan pengguna/peneliti dalam menggali informasi gen aneka komoditas penting Indonesia. Khusus GBrowse kelapa sawit merupakan integrasi antara variasi genom dan transkriptom yang hanya dapat diakses dengan kata kunci tertentu.

GBrowser menyediakan tampilan interaktif informasi tentang genom komoditas pertanian yang memungkinkan pengguna membaca dan menelusuri urutan genom beserta fitur-fitur di dalamnya, mulai dari tingkat kromosom hingga nukleotida atau basa-basa individunya. Konten gen, lost of function variants dikemas secara terpadu dalam bentuk grafik. GBrowse juga memberikan fungsi tracking yang dapat digunakan untuk melihat secara detail variasi SNP/indel dan variasi yang terpaut dengan sekuen gen yang diinginkan. Data dengan densitas tinggi ini dapat didisplay atau disembunyikan sesuai dengan yang diinginkan pengguna. Sebuah varian dapat dipilih dan diklik sehingga pengguna dapat melihat secara detail sekuen pengapitnya dan posisinya dalam kromosom. Dengan demikian, peta genetik lengkap tiap komoditas dapat dilihat dalam basis data genom Balitbangtan ini. Semua sekuen yang telah dianotasi dalam basis data ini akan memberikan kontribusi

terhadap penelitian genomika komoditas pertanian penting di Indonesia.

Variasi genomis yang diinformasikan sebagian mencantumkan sekuen pengapit sehingga pengguna atau peneliti/pemulia dapat merancang primer sesuai karakter target yang diinginkan. Sejumlah primer yang dirancang berdasarkan genom telah diverifikasi berbasis sekuensing dan teknik molekuler sederhana. Beberapa primer variant-flanking sekuen seperti SNP, SNAP, SSR, dan Indel telah dimasukkan dan dibuat dalam repositori primer lengkap dengan sekuen forward dan reverse (Tabel 1). Primer SNP-flanking didesain untuk melakukan konfirmasi SNP hasil next generation sequencing (NGS) menggunakan resequencing (Tabel 2). Sekuen sepanjang sekitar 1 kb yang mengandung SNP dapat diunduh dan digunakan sebagai dasar dalam membuat primer SNP. Sementara primer SNAP, SSR, dan Indel berbasis PCR dapat diaplikasikan menggunakan elektroforesis pada gel agarose dan poliakrilamid.

Tabel 1. Jumlah primer yang merupakan konten basis data genom Balitbangtan, Februari 2016.

| Komoditas | Jumlah primer yang dirancang dan divalidasi | | | |
|--------------|---|--------------------|-------------------|---------------------|
| | SNP-flanking ¹⁾ | SNAP ²⁾ | SSR ³⁾ | INDEL ⁴⁾ |
| Padi | Proses pembaruan | | | |
| Kelapa sawit | 96 | | | 32 |
| Kelapa | | 78 | | |
| Jarak pagar | 25 | | 15 | |
| Kakao | 33 | | 19 | 20 |
| Pisang | 44 | | 22 | |
| Cabai | 48 | | 24 | |
| Kentang | 36 | | 24 | |

¹⁾Primer untuk sekuen pengapit SNP saat konfirmasi SNP.

²⁾Single nucleotide amplified polymorphis, salah satu jenis primer SNP yang diaplikasikan dengan gel-based.

³⁾Simple sequence repeat.

⁴⁾Insertion/deletion.

Tabel 2. Jumlah variasi SNP yang diinformasikan tiap komoditas dalam basis data genom, Februari 2016.

| Komoditas | Jumlah variasi SNP | Jenis | Jumlah kromosom/scaffold | Jumlah genotipe yang sekuen genomnya diobservasi |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|
| Padi indica - tropical japonica | 1.536 | Acak dalam genom dan basis gen/QTL | 12 | 22 |
| Padi japonica - tropical japonica | 1.536 | Acak dalam genom dan basis gen/QTL | 12 | 6 |
| Padi tropical japonica | 1.536 | Acak dalam genom dan basis gen/QTL | 12 | 20 |
| Kedelai | 9.517 | Dalam daerah koding dan terkait gen | 20 | 3 |
| Kelapa sawit | 2.381 | Dalam daerah koding dan terkait gen | 16 | 3 |
| Kakao | 279 | Dalam daerah koding dan terkait gen | 9 | 14 |
| Pisang | 4.805 | Dalam daerah koding dan terkait gen | 11 | 12 |
| Cabai | 1.164 | Dalam daerah koding dan terkait gen | 12 | 6 |
| Kentang | 291 | Dalam daerah koding dan terkait gen | 12 | 6 |
| Sapi | 54.709 | Acak dalam genom | 29 | Proses pembaruan |

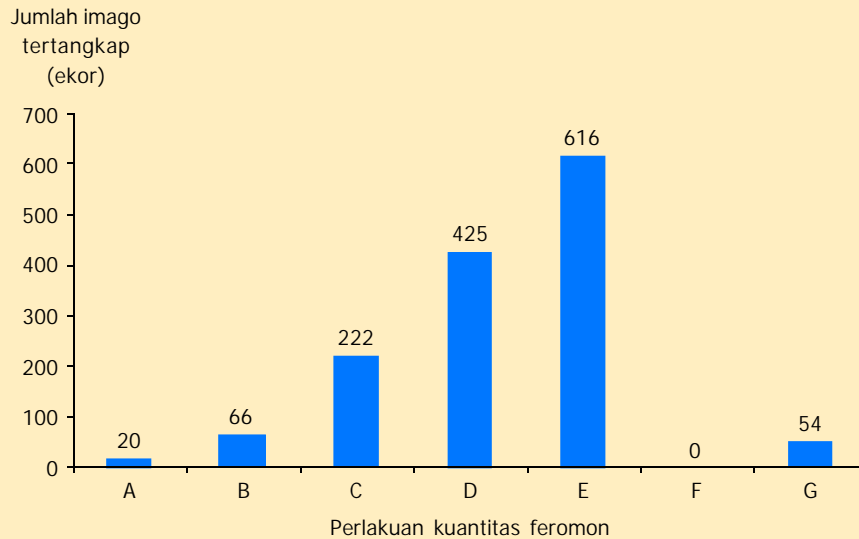
Feromon Armigera (Fero-Armi) untuk Pengendalian Ulat Grayak pada Tanaman Cabai dan Kedelai

Feromon Armigera (Fero-Armi) merupakan produk feromon keenam yang dihasilkan Balitbangtan dan sedang didaftarkan merek dagangnya agar dapat dilisensi. Keefektifan Fero-Armi telah terbukti pada beberapa uji efikasi di lapangan untuk mengendalikan populasi serangga *Helicoverpa armigera* pada pertanaman cabai dan kedelai.

H. armigera yang biasa disebut ulat buah, cotton bollworm, atau corn earworm merupakan serangga hama yang bersifat polifag dan sebagai hama penting pada tanaman kapas, tembakau, jagung, kacang-kacangan, tomat, cabai, dan lain-lain. Pada tanaman kapas, tomat, dan cabai, ulat memakan bunga atau

buah muda sehingga bunga prematur dan buah berkembang abnormal.

Feromon merupakan senyawa kimia atau campuran dari beberapa senyawa yang dikeluarkan oleh satu individu yang dapat memengaruhi perilaku individu lainnya dalam satu spesies. Pada sebagian besar serangga, feromon seks diproduksi dan dilepaskan oleh betina dewasa dan berfungsi sebagai stimulus terhadap serangga jantannya. Serangga jantan yang mendapat pesan feromon seks akan terbang mencari serangga betina untuk proses perkawinan. Berdasarkan pola ini, feromon dapat digunakan sebagai perangkap massal (mass trapping) serangga jantan untuk mengacaukan mekanisme perkawinan dalam populasi *H. armigera* sehingga populasi serangga pada generasi berikutnya menurun drastis.



Gambar 1. Jumlah imago jantan *Helicoverpa armigera* yang tertangkap pada berbagai tingkat kuantitas komponen aktif (Z-11-16:Ald dengan Z-9-16:Ald) pada tanaman kedelai dan cabai.

Keefektifan Fero-Armi dalam mengendalikan populasi serangga dapat menjadi alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pengendalian menggunakan insektisida. Selain ramah lingkungan dan tidak berdampak negatif terhadap organisme bukan sasaran, feromon bersifat spesifik spesies dan dapat dikombinasikan dengan teknologi pengendalian lainnya.

Hasil analisis kromatografi gas cair (KGC) dengan menggunakan flame ionization detector (FID) dapat mengidentifikasi dua senyawa feromon yang paling dominan pada *H. armigera*, yaitu Z-11-16:Ald dan Z-9-16:Ald dengan waktu retensi masing-masing 27,6 dan 23,2 menit. Rasio yang paling atraktif dari kedua jenis feromon tersebut dalam satu formulasi untuk menarik serangga adalah 10 : 90 untuk Z-11-16:Ald dan Z-9-16:Ald. Kandungan formulasi kedua senyawa aktif tersebut untuk dijadikan perangkap berferomon dalam karet septa dan memiliki daya tarik

tinggi berkisar antara 1.000–1.500 $\mu\text{g/karet}$ septa sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Hasil uji daya tarik feromon pada tanaman kedelai di Desa Wanacala, Kecamatan Songgom, Kabupaten Brebes (Jawa Tengah) menunjukkan bahwa pemasangan Fero-Armi dapat menangkap 168 ekor imago dewasa per perangkap selama lima hari, sedangkan pada pertanaman cabai dapat menangkap 365 ekor imago dewasa per perangkap. Jumlah serangga yang tertangkap sangat bergantung pada populasi serangga di tempat pemasangan Fero-Armi. Jika kemampuan bertelur *H. armigera* berkisar antara 600–1.000 butir/imago, dengan tertangkapnya imago jantan rata-rata 266 ekor selama lima hari berarti populasi serangga tersebut pada generasi berikutnya akan berkurang 159.600–266.000 ekor sehingga populasi serangga menurun sangat signifikan. Oleh karena itu, Fero-Armi sangat bermanfaat untuk mendukung upaya peningkatan produksi cabai dan kedelai nasional.