



UNEJ

MEMBANGUN NEGERI

2014



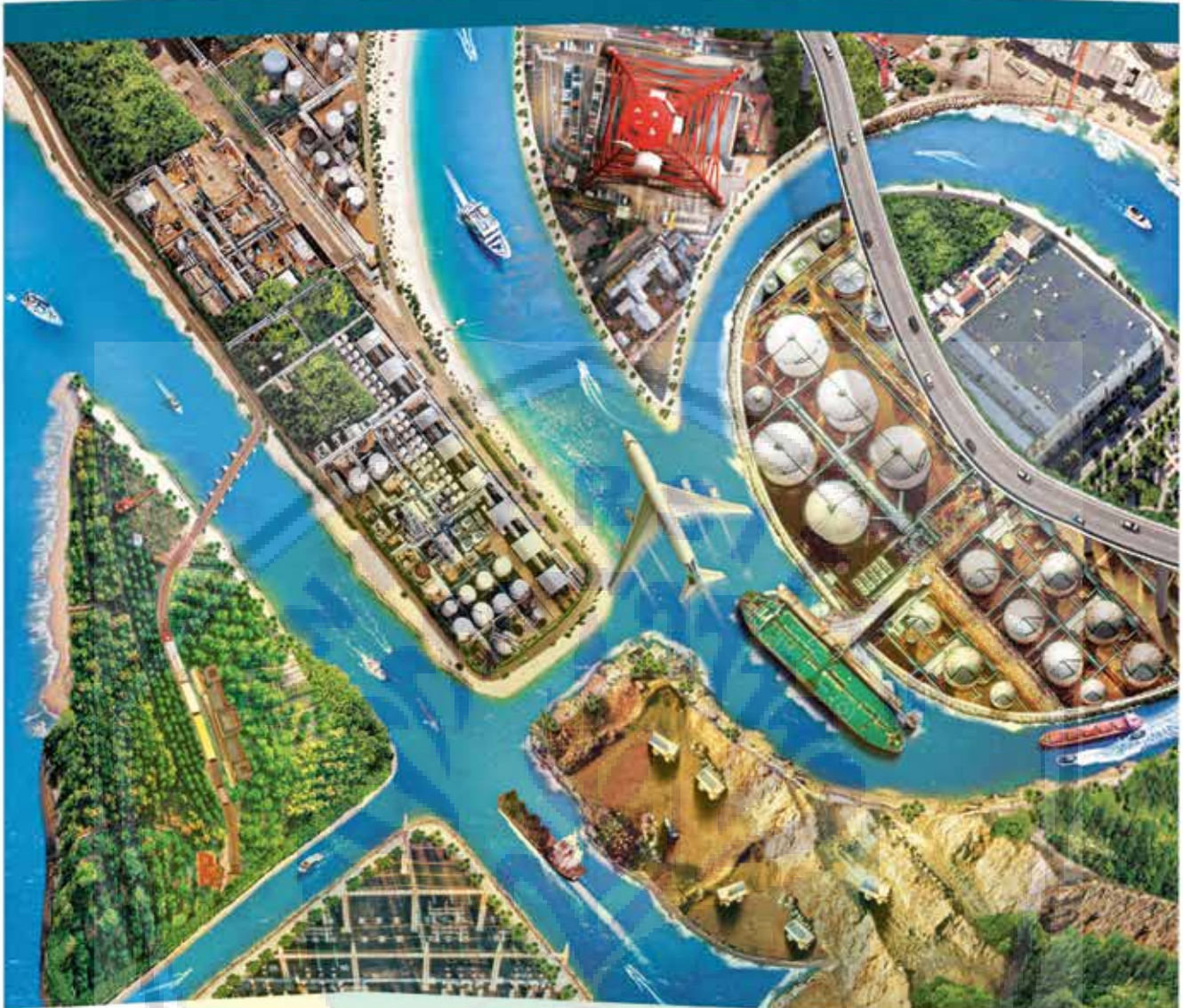


www.ptpn13.com

PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XIII (PERSERO) PONTIANAK - KALIMANTAN BARAT



www.ptpn13.com



Mendukung percepatan
pertumbuhan industri
di Indonesia

Inilah Semangat 46

BNI business banking

Sejak 1946 BNI Business Banking selalu terdepan dalam pemahaman bisnis dan terpercaya dalam memberi solusi, layanan serta manajemen berkesinambungan untuk pertumbuhan sektor pertambangan & migas, transportasi, agribisnis, konstruksi dan industri unggulan lainnya.

Kunjungi www.bni.co.id/id-id/BankingService/BusinessBanking.aspx untuk mengetahui pemahaman kami tentang bisnis Anda.



The Best Overall Cash Management Bank in Indonesia
The Best Overall Domestic Cash Management Services
The Best Overall Cross-Border Cash Management Services



BEST CASH MANAGEMENT
SOUTHEAST ASIA
2013



Bank 1000/1047 Treasury Poll 2013



Melayani Negeri, Kebanggaan Bangsa



BANK BUKOPIN 44 TAHUN



Terus melambung ke angkasa
Terbang tinggi

Setinggi harapan dan kepercayaan
Nasabah dan Masyarakat

* Pertumbuhan kinerja PT Bank Bukopin Tbk per kuartal I/2014 dibandingkan dengan periode yang sama tahun 2013.



*Memupuk Kesuburan
Menebar Kemakmuran*

Pusat Layanan Pelanggan :

0800.1.888777 & 0800.1.636363 (bebas pulsa) - SMS : 081 134 4774

Fax : 031 - 3979976 - Email : konsumen@petrokimia-gresik.com

KONTRIBUTOR

- Pemerintah Kabupaten Jember
- PG Pradjekan
- PT. Bank Bukopin
- PT. Bank DKI
- PT. Bank Negara Indonesia (Persero), Tbk
- PT. Bank Mega Syariah
- PT. Bukit Asam
- PT. Dasaplast Nusantara
- PT. Kereta Api Indonesia Daerah IX Jember
- PT. Perkebunan Nusantara IX
- PT. Perkebunan Nusantara XII
- PT. Perkebunan Nusantara XIII
- PT. Petro Kimia Gresik
- PT. Petro Kimia Kayaku
- PT. Petrosida Gresik
- PT. Socfin Indonesia
- PT. TASPEN (Persero)
- Universitas Ciputra Surabaya
- Universitas Terbuka Jember



TIM PENYUSUN

Pelindung
Rektor Universitas Jember

Penanggung Jawab
Ketua Lembaga Penelitian Universitas Jember

Koordinator
Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D

Manajemen Komunikasi
Indra Dellian, SE

Sponsor dan Iklan
Sumarno
Raymon
Chairul B. E. E. L.

Tim Desain
Muhammad Fajrin S.Sn

Penerbit dan Publikasi
PT. Pro Fajar Jakarta

Anggota
.....
.....
.....

Editor
.....
.....

Distribusi
Lembaga Penelitian Universitas Jember

ISBN
.....

Alamat Redaksi
Lembaga Penelitian Universitas Jember

**BUPATI JEMBER**

Assalaamu'alaikum Wr Wb.

Alhamdulillah wa syukurillah hingga saat ini kita masih dianugerahi berbagai kenikmatan oleh Allah SWT, baik berupa kesehatan dan keberhasilan.

Dengan rasa syukur itulah, saya atas nama Pemerintah Kabupaten Jember menyampaikan ucapan Selamat dan Sukses dengan telah berhasilnya penyusunan Buku UNEJ Membangun Negeri 2014, dalam rangka memperingati Ulang Tahun ke - 50 Universitas Jember.

Selanjutnya saya berharap, keberhasilan penyusunan buku ini akan memberikan gambaran kepada kita semua tentang peran Universitas Jember dalam ikut membangun dan mencerdaskan masyarakat Kabupaten Jember dulu, kini dan nanti.

Mudah-mudahan dengan tersusunnya buku ini, akan semakin memacu kreativitas dan peran serta civitas akademika Universitas Jember dalam ikut membangun masyarakat dan negeri tercinta ini.

Sukses dan semoga Universitas Jember akan semakin mampu melahirkan generasi - generasi intelektual dan berkualitas.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

BUPATI JEMBER

MZA DJALAL

FOTO

SAMBUTAN REKTOR

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Puji syukur kehadirat Allah atas keberhasilan lembaga penelitian universitas jember dalam menerbitkan buku yang berjudul "UNEJ Membangun Negeri" yang menggambarkan karya-karya terbaik persembahkan universitas jember untuk bangsa dan Negara Indonesia tercinta.

Buku ini merupakan bukti tekad Universitas Jember untuk terus menguatkan keramahan sosial dengan jalan sebanyak mungkin berpartisipasi dalam menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi masyarakat melalui penelitian-penelitian yang hasilnya langsung dapat dinikmati oleh masyarakat.

Selaku pimpinan universitas, saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan memberikan kontribusi untuk terbitnya buku ini.

Semoga buku ini menjadi kado terindah dalam rangka memperingati ulang tahun emas ke 50 Universitas Jember yang mampu menjadi sumber inspirasi bagi kreatifitas anak bangsa di masa yang akan datang.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Jember, September 2014
Rektor,

Drs. Moh. Hasan, Ph.D

FOTO

SAMBUTAN KETUA LEMBAGA PENELITIAN

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Puji Syukur Kehadirat Allah swt atas rahmat dan perkenannya sehingga buku yang berjudul "UNEJ Membangun Negeri " dapat diselesaikan dengan tepat waktu.

Buku ini merupakan prestasi yang dicapai oleh peneliti selama beberapa tahun terakhir yang terkait dengan sebagian fokus unggulan lembaga penelitian universitas jember. Tulisan yang ditorehkan oleh peneliti-peneliti terbaik ini menjadi saksi sejarah peran Universitas negeri yang berada di ujung timur pulau jawa ini dalam pembangunan nasional melalui berbagai inovasi.

Lebih jauh buku ini diharapkan menjadi best practice bagi peneliti yang lain untuk selalu menerbitkan hasil penelitiannya dalam bentuk buku maupun karya tulis lain yang dapat dinikmati oleh masyarakat secara luas. Saat ini banyak karya peneliti yang cukup bagus tetapi tidak sempat di publikasikan dengan baik sehingga nilai manfaatnya kurang terasa ditengah-tengah masyarakat.

Atas terbitnya buku ini saya selaku ketua lembaga penelitian Universitas Jember mengucapkan terima kasih kepada rektor, semua kolega di lemlit, peneliti serta semua pihak yang telah membantu terbitnya buku ini. Semoga buku yang dikemas secara eksklusif ini dapat memberikan manfaat besar dan menjadi sumbangan berharga bagi generasi yang akan datang.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Jember, September 2014

Ketua,

Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D

DAFTAR ISI

SAMBUTAN BUPATI JEMBER

VII

SAMBUTAN REKTOR

VIII

SAMBUTAN KETUA LEMBAGA PENELITIAN

IX

DAFTAR ISI

X



**KORO, PANGAN ALTERNATIF
PENOPANG GIZI DAN
KESEJAHTERAAN PETANI LAHAN MARJINAL**

3



**TEBU SEBAGAI SUMBER PANGAN DAN
ENERGI TERBARUKAN:
STUDI KASUS PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI TEBU**

15



**MODIFIED CASSAVA FLOUR (MOCAF):
AGROINDUSTRI BERBAHAN BAKU LOKAL
UNTUK KESEJAHTERAAN DAN
KETAHANAN PANGAN NASIONAL**

23

TEBU SEBAGAI SUMBER PANGAN DAN ENERGI TERBARUKAN: STUDI KASUS PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI TEBU

Oleh
Bambang Sugiharto

Tanaman tebu sebagai tanaman industri telah lama dikembangkan dan dibudidayakan semenjak jaman pendudukan pemerintah Belanda. Banyaknya Pabrik Gula (PG) tebu yang didirikan hampir diseluruh kawasan pulau Jawa menunjukkan pentingnya komoditas tersebut bagi Belanda. Pada jaman itu Indonesia tercatat sebagai pengeksport gula dunia dan menjadi sumber devisa negara. Bahkan varietas tebu hasil rakitan Indonesia yang dikenal dengan nama varietas tebu POJ (*Prof Satation Oost Java*) mendapat julukan “Golden Cane” karena produktivitas gulanya yang tinggi. Siapapun diantara kita mulai anak kecil sampai orang dewasa pada saat itu pernah merasakan manisnya gula tebu POJ. Namun seiring dengan kemunduran potensi genetik tebu POJ dan pertumbuhan jumlah penduduk serta kebiasaan “pangan manis” telah menyebabkan kekurangan produksi gula tebu, yang semula sebagai pengeksport menjadi pengimpor gula terbesar. Data statistik menyebutkan sekitar 50% kebutuhan gula nasional harus diimpor dari negara luar guna mencukupi kebutuhan gula nasional.

Tanaman tebu secara fotosintetik dikelompokkan pada jenis tanaman C4 yang beradaptasi pada lingkungan tropis dan mempunyai efisiensi fotosintesis tinggi. Sebagai jenis tanaman C4 tanaman tebu dapat dimanfaatkan untuk memanen energi matahari semaksimal mungkin melalui proses fotosintesis. Efisiensi fotosintesis tinggi diartikan sebagai efisiensi jumlah *output* (hasil) yang dapat dipanen dibandingkan jumlah *input* (masukan) seperti air, pupuk, dan pengolahan yang digunakan. Dibandingkan dengan jenis tanaman C3 (padi, kedelai, kacang-kacangan, umbi-umbian, dll.), tanaman C4 lebih hemat menggunakan air dan menggunakan pupuk. Bahkan per unit input yang sama tanaman C4 lebih cepat tumbuh dibandingkan tanaman C3. Kajian fisiologi dan biokimia tanaman C4 jelas menunjukkan keunggulan sifat tanaman ini, sehingga pemanfaatan jenis tanaman C4 seperti tebu di daerah tropis akan menguntungkan sebagai sumber karbon dan energi terbarukan.

Keuntungan budidaya tebu sudah pula dirasakan manisnya oleh masyarakat karena dari tebu dapat dihasilkan beberapa produk yang bernilai ekonomi. Kajian pengolahan tebu di pabrik gula (PG) tebu, dari 100 ton batang tebu dapat dihasilkan sekitar 10 ton gula pasir, 4 ton tetes (molases), 30 ton ampas tebu (bagasse), 3 ton blotong (*filter cake*) dan sekitar 1500 kWh listrik. Tetes tebu dapat difermentasikan menjadi bioethanol, asam amino glutamat, atau digunakan sebagai makanan ternak. Ampas tebu yang melimpah sering dimanfaatkan sebagai bahan bakar sumber energi untuk mesin pembangkit listrik di PG. Ampas tebu dapat juga digunakan sebagai bahan baku kertas atau funiture, karena kualitas serat selulosa batang tebu tergolong bagus. Blotong merupakan bahan organik yang dapat digunakan untuk pupuk organik atau bila dikeringkan menjadi bahan bakar briket. Selain itu, daun tebu

dapat digunakan sebagai makanan ternak secara langsung ataupun dikemas dalam bentuk pelet makanan ternak. Kajian pengolahan tebu tersebut jelas menunjukkan bahwa tanaman tebu mempunyai nilai ekonomi penting yang dapat menghidupkan perekonomian masyarakat. Begitu besarnya keuntungan yang didapat dari budidaya tebu sampai muncul anekdot bahwa bendungan kota Amsterdam Belanda dibangun dari ampas tebu dan bukan dibiayai dari gula pasir sebagai produk utamanya.

Waktu terus berjalan permasalahan industri gula tebu pun bermunculan. Jaman keemasan tebu POJ yang mempunyai potensi genetis produksi gula tinggi telah berlalu, pabrik gula sudah berumur dan telat direnovasi atau diremajakan, sistem budidaya tebu yang tidak intensif dan cenderung dibiarkan, dan persilangan tebu untuk merakit varietas baru yang sulit dilakukan dan memerlukan waktu lama, merupakan alasan klasik yang sering muncul dan dijadikan penyebab kurangnya produksi gula nasional. Beberapa usaha penyelamatan dan peningkatan produksi gula tebu tetap harus dilakukan mengingat industri gula tebu mempunyai nilai ekonomi penting.

Dewasa ini bidang bioteknologi telah berkembang pesat dan dirasakan manfaatnya untuk meningkatkan produksi tanaman, termasuk untuk mengatasi masalah terjadinya perubahan iklim yang sering tidak menentu. Dibandingkan metoda persilangan tanaman konvensional, bioteknologi dapat lebih tepat dan menghemat waktu, biaya, serta tenaga untuk perakitan varietas tanaman baru. Walaupun bidang bioteknologi memerlukan dukungan peralatan dan keahlian tertentu, pengembangan bioteknologi tebu untuk pengembangan varietas tanaman baru tetap mendapatkan prioritas utama.

Tanaman tebu merupakan tanaman monokotil yang pengembangan transformasi genetiknya termasuk sulit dilakukan. Akan tetapi dengan penelitian yang berkelanjutan telah dapat dikembangkan metoda transformasi genetik tanaman tebu yang baku melalui vektor *Agrobacterium tumefaciens*. Saat ini dengan metoda yang telah dikembangkan mampu mendapatkan tebu produk rekayasa genetika (PRG/transgenik).

Beberapa contoh keberhasilan pengembangan bioteknologi tebu diantaranya adalah tebu PRG toleran kekeringan dan tebu PRG rendemen tinggi. Air merupakan kebutuhan hidup semua organisme di bumi ini, kekurangan air menyebabkan kehidupan organisme menjadi stres atau tercekam sehingga kehidupannya terganggu. Cekaman kekurangan air menyebabkan penurunan tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman. Pada tanaman tebu cekaman kekeringan menyebabkan perubahan metabolisme dan ekspresi beberapa gen yang berhubungan dengan proses adaptasi pada kondisi kekurangan air. Walaupun isolasi dan karakterisasi gen yang berhubungan dengan cekaman kekeringan berhasil dilakukan (Sugiharto et al, 2002 [*Plant Cell Physiol.* 43(3):350-354]), namun masih diperlukan beberapa pengujian secara cermat sebelum dimanfaatkan.

Saat ini tebu PRG toleran kekeringan telah berhasil dikembangkan di Laboratorium Bioteknologi PT. Perkebunan Nusantara XI (Persero) bekerja sama dengan PT. Ajinomoto, Jepang dan Universitas Jember. Perakitan tebu PRG toleran kekeringan tersebut dilakukan dengan transformasi gen *betA* dari bakteri *Rhizobium meliloti* sehingga meningkatkan kandungan senyawa betain pada kondisi tercekam kekurangan air. Betain adalah senyawa *osmoprotectant* yang dapat mencegah kerusakan sel bilamana dalam kondisi cekaman kekurangan air ataupun kegaraman. Pengujian tebu PRG toleran kekeringan menunjukkan bahwa tebu PRG ini dapat bertahan hidup lebih lama dalam kondisi kekurangan air dan pertumbuhan serta

produksinya naik sekitar 20-30% pada tanah tegalan dibandingkan tebu non-PRG. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) No. 21 Tahun 2005, tebu PRG toleran kekeringan ini telah melalui serangkaian pengujian keamanan lingkungan, keamanan pangan dan keamanan pakan. Hasil pengujian keamanan lingkungan menunjukkan bahwa tebu PRG toleran kekeringan tidak memberikan sifat genetisnya ke tanaman lain dan tidak berpengaruh terhadap kehidupan, distribusi, dan populasi organisme lain. Sedangkan pengujian keamanan pangan menunjukkan bahwa tebu PRG toleran kekeringan sepadan dengan tanaman non-PRG dan tidak mengandung senyawa yang berpotensi sebagai alergen maupun toksid. Oleh karena itu tanaman tebu PRG ini telah mendapatkan sertifikasi keamanan lingkungan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan sertifikasi keamanan pangan dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI. Saat ini tebu PRG toleran kekeringan telah resmi dilepas oleh Menteri Pertanian RI sebagai jenis tebu unggul baru pada lahan kering pada tahun 2013 dan dibudidayakan oleh PT. Perkebunan Nusantara XI. Hal yang patut mendapatkan penghargaan bahwa keberhasilan dan pemanfaatan tebu PRG toleran kekeringan ini telah dipublikasikan di jurnal terkenal *Nature Biotechnology* Vol 32 No. 7 edisi Juli 2014, sebagai bentuk pengakuan dunia atas prestasi anak bangsa Indonesia dan merupakan produk tanaman PRG toleran kekeringan ke 2 di dunia sesudah jagung milik Monsanto, Amerika.



Gambar 1. Foto bersama Wakil Menteri Pertanian RI, Dr. Rusman Heriawan, kunjungan tebu PRG toleran kekeringan di kebun PT. Perkebunan Nusantara XI Djatiroto

Tanaman tebu di daerah tropis dipanen pada musim kemarau sewaktu tidak ada air atau pada waktu musim dingin bila ditanam pada iklim sub-tropis. Belum banyak laporan tentang mengapa harus dipanen pada waktu musim kemarau atau musim dingin, tetapi kajian fisiologis menunjukkan bahwa selama kemarau atau dingin tanaman menjadi stres dan mensintesa sukrosa sebagai senyawa *osmoprotectant* lainnya. Pengujian biokimiawi mendukung fakta tersebut bahwa aktifitas sintesis sukrosa meningkat tajam selama kekurangan air. Hal itu menunjukkan peranan penting sukrosa dalam hal proteksi tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Sukrosa merupakan gula disakarida dan salah satu hasil akhir proses fotosintesis tanaman. Terdapat beberapa macam tahapan metabolisme sukrosa dalam sel, tetapi kajian fisiologi tanaman tebu menunjukkan bahwa enzim *sucrose-phosphate synthase* (SPS) dan protein *sucrose-transporter* (SUT) memegang peranan penting

dalam proses sintesis dan akumulasi gula sukrosa pada batang tebu. Pentingnya SPS dan SUT ini telah mendorong melakukan kloning gen. Bekerja sama dengan Nagoya University, Jepang telah berhasil melakukan kloning gen SPS (Sugiharto et al, 1997 [*Plant Cell Physiol.* 38(8):961-965]) dan bekerjasama dengan JIRCAS (*Japan International Research Center for Agricultural Sciences*) serta PT. Perkebunan Nusantara XI berhasil mengkloning gen SUT. Transformasi genetik kedua gen SPS dan SUT secara nyata dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil buah tanaman tomat sebagai tanaman model. Sudah tentu keberhasilan ini juga memicu keberhasilan yang sama pada tanaman tebu sebagai tanaman target. Tebu PRG hasil transformasi genetik kedua gen SPS dan SUT secara nyata meningkatkan kandungan gula sekitar 50% dibandingkan tebu non-PRG, sehingga dinamakan tebu PRG rendemen tinggi. Saat ini tebu PRG rendemen tinggi sedang dalam serangkaian pengujian di rumah kaca dan selanjutnya akan diteruskan untuk pengujian keamanan lingkungan dan keamanan pangan untuk mendapatkan sertifikasi sesuai dengan PP 21 Tahun 2005.



Gambar 2. Foto seleksi plantlet tebu PRG secara *in vitro* untuk pengujian stabilitas genetik. Pengujian stabilitas genetik tebu PRG dilakukan di Laboratorium Biologi Molekul dan Bioteknologi, Center for Development of Advanced Science and Technology (CDAST), Universitas Jember

Sukrosa juga merupakan salah satu senyawa *osmoprotectant* yang dapat melindungi sel selama cekaman kekeringan atau kegaraman. Peningkatan kandungan sukrosa juga akan diikuti dengan peningkatan kemampuan tanaman beradaptasi pada lingkungan cekaman kekeringan. Sudah tentu peningkatan kandungan sukrosa pada tebu PRG rendemen tinggi juga diharapkan berdampak pada toleransi terhadap cekaman kekeringan. Data yang akurat pada peningkatan toleransi tebu PRG rendemen tinggi pada kondisi kekurangan air merupakan target yang harus diungkapkan.

Keberhasilan pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi oleh lingkungannya, baik lingkungan abiotik maupun lingkungan biotik. Perbaikan potensi pertumbuhan dan produksi tanaman akan dapat dirasakan manfaatnya bila lingkungan biotik dan abiotiknya dapat dikendalikan. Serangan hama penyakit tanaman merupakan lingkungan biotik penting yang harus dikendalikan untuk mendapatkan pertumbuhan dan produksi tanaman yang tinggi. Pada tanaman tebu diketahui adanya penyakit virus tebu yang dikenal dengan nama sugarcane mozaik virus (SCMV) dan serangan virus SCMV dapat menurunkan 40% produksi tebu. Survei di kebun pembibitan tebu yang dilakukan oleh PT. Perkebunan Nusantara XI (Nurmalasari, *personal communication*) menunjukkan bahwa hampir seluruh bibit tebu sudah terjangkit SCMV yang menular secara sistemik. Saat ini, bekerjasama dengan

PT. Perkebunan Nusantara XI, Universitas Jember telah berhasil membuat bibit tebu bebas SCMV dan penelitian perakitan tebu tahan SCMV melalui transformasi genetik sedang dilakukan.

Akhirnya, dengan segala potensi dan keterbatasannya yang ada kami tetap optimis untuk mendapatkan *the future sweetest of sugarcane*.



