



Prosiding

Seminar Nasional Komisi Nasional Sumber Daya Genetik

**”Peran Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik dalam
Mendukung Pertanian Maju, Mandiri, dan Modern”**

Bogor, 15 September 2021



**KOMISI NASIONAL
SUMBER DAYA GENETIK**

Prosiding

Seminar Nasional Komisi Nasional Sumber Daya Genetik

”Peran Bioteknologi dan SDG dalam
Mendukung Pertanian Maju, Mandiri,
dan Modern”

Bogor, 15 September 2021

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KOMISI NASIONAL SUMBER DAYA
GENETIK

“Peran Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik dalam Mendukung Pertanian
Maju, Mandiri, dan Modern”

Bogor, 15 September 2021

Dewan Penasehat : Dr. Ir. Fadry Djufry, M.Si.

Ketua Pengarah : Ir. Mastur, M.Si., Ph.D.

Wakil Ketua : Dr. Sustiprijatno, S.Si., M.Sc.

Ketua Pelaksana : Dr. Rossa Yunita, S.P., M.Si.
Ir. Eny Ida Riyanti, M.Si., Ph.D.

Reviewer : Ir. Eny Ida Riyanti, M.Si., Ph.D.
Dr. Hakim Kurniawan, S.P., M.P.
Nurul Hidayatun, S.Si., M.Si., Ph.D.
Dr. Lina Herlina, S.P., M.Si.
Dr. Rossa Yunita, S.P., M.Si.
Dr. Wening Enggarini, S.Si., M.Si.
Dr. Surya Diantina, S.P., M.Si.

Editor : Nurul Hidayatun, S.Si., M.Si., Ph.D.
Dr. Lina Herlina, S.P., M.Si.

Layouter : Alfia Annur Aini Azizi, M.Si.
Randy Arya Sanjaya, S.T.
Ansori Soemarna

Cover designer : Endo Kristiyono, M.T.I.

Penerbit:

KOMISI NASIONAL SUMBER DAYA GENETIK

Jalan Tentara Pelajar 3A, Menteng, Bogor Barat,

Kota Bogor, Jawa Barat – 16111

Telp/Faks: (0251) 8337975/8338820

e-mail: komisi.nasional.sdg@gmail.com

Kata Pengantar

Puji dan syukur marilah kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional KOMNAS SDG 2021 dengan tema **Peran Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik (SDG) dalam Mendukung Pertanian Maju, Mandiri, dan Modern** telah dilaksanakan secara virtual pada tanggal 15 September 2021.

Seminar ini diselenggarakan sebagai media saling bertukar informasi serta sosialisasi hasil penelitian di bidang penelitian serta penerapan hasil-hasil penelitian terkait SDG Pertanian. Seminar Nasional KOMNAS SDG 2021 dapat dijadikan sebagai media tukar menukar pengetahuan dan pengalaman serta diskusi ilmiah yang berdampak peningkatan kemitraan di antara peneliti yang akan saling bekerja sama dalam pengelolaan dan pemanfaatan SDG yang akan mendukung tercapainya pertanian yang maju, mandiri dan modern. Panitia telah membuat kelompok diskusi berdasarkan klasifikasi SDG komoditas, diantaranya ruang lingkup Tanaman Pangan, Hortikultura, Perkebunan, Hewan dan organisme lain. Pembagian ruang lingkup ini dilakukan dengan harapan terjadi pertukaran ilmu, pemikiran, dan wawasan yang lebih luas bagi peserta seminar.

Panitia berharap penerbitan prosiding ini dapat digunakan sebagai data sekunder dalam pengembangan penelitian di masa akan datang, serta dijadikan bahan acuan dalam pengelolaan dan pemanfaatan SDG. Akhir kata panitia mengucapkan terima kasih kepada *keynote speaker*, pemakalah, dan seluruh peserta yang telah berpartisipasi dalam kegiatan Semnas KOMNAS 2021 serta panitia mohon maaf apabila dalam penyusunan prosiding ini masih terdapat kekurangan dan semoga prosiding ini bermanfaat bagi kita semua.

Bogor, 15 September 2021
Sekretaris Komisi Nasional SDG,

Ir. Mastur, M.Si., Ph.D.

**LAPORAN KETUA PANITIA PENYELENGGARA
SEMINAR NASIONAL KOMISI NASIONAL SUMBER
DAYA GENETIK 2021
Bogor, 15 September 2021**

**“Peran Bioteknologi dan SDG dalam Mendukung
Pertanian Maju, Mandiri dan Modern”**

Yang saya hormati,

- Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian sekaligus sebagai Ketua Komnas SDG,
- Para Kepala Pusat, Balai Besar, dan Balai di lingkup Kementerian Pertanian,
- Para Pimpinan, Tim Pakar, Anggota, Komisi Nasional dan Komisi Daerah SDG,
- Para Pemakalah Utama dan Pemakalah Oral Seminar,
- Para Panitia Penyelenggara, serta
- Para hadirin yang berbahagia.

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Segala puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga hari ini kita dapat dipertemukan untuk mengikuti acara **SEMINAR NASIONAL KOMISI NASIONAL SUMBER DAYA GENETIK TAHUN 2021**. Dimana saat ini Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB BIOGEN) selaku Sekretariat Komisi Nasional Sumber Daya Genetik (Komnas SDG) berkesempatan dan dipercaya untuk menjadi tuan rumah seminar ini.

Kami mengucapkan selamat datang kepada peserta seminar dimana kita memiliki kesempatan untuk berbagi informasi untuk meningkatkan kemampuan peneliti dalam melakukan penelitian serta penerapan hasil-hasil penelitian terkait bioteknologi dan SDG pertanian. Pada seminar nasional ini, tema yang kami angkat adalah **“Peran Bioteknologi dan SDG dalam Mendukung Pertanian Maju, Mandiri, dan Modern”**.

Seminar nasional satu hari ini terdiri dari sesi pleno dan paralel. Dalam sesi pleno ada tiga pembicara utama yang akan memberikan presentasi dan berbagi ilmu dan kepakarannya. Saya ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pembicara utama yaitu Dr. Wiguna Rahman, Dr. Ika Roostika Tambunan, dan Prof. Dr. Ir. Sugiono Moeljopawiro, M.Sc. yang

telah menerima undangan kami.

Untuk sesi paralel panitia menerima 69 makalah dengan 4 ruang lingkup (30 makalah ruang lingkup Bioteknologi dan SDG tanaman pangan, 18 makalah ruang lingkup Bioteknologi dan SDG tanaman hortikultura, 7 makalah ruang lingkup Bioteknologi dan SDG tanaman perkebunan, 14 makalah ruang lingkup hewan dan organisme lain). Kami berharap seminar virtual ini akan menjadi forum yang sempurna bagi para peserta untuk berinteraksi dan mungkin mendiskusikan kolaborasi di masa depan.

Seminar nasional ini dapat terselenggara berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini izinkan kami mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Litbang Pertanian beserta jajarannya, para narasumber, tim pakar, serta para pemakalah oral dan peserta yang berpartisipasi pada kegiatan seminar nasional ini.

Kami menyadari bahwa penyelenggaraan seminar ini masih banyak kekurangan baik dalam penyajian acara, pelayanan administrasi maupun keterbatasan fasilitas. Untuk itu kami mohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan tersebut. Akhir kata semoga peserta seminar mendapatkan manfaat yang besar dari kegiatan ini sehingga mampu mewujudkan atmosfer riset dan pemanfaatan SDG yang baik, berkelanjutan dan berkualitas sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi yang berkembang pada saat ini. Terima kasih.

Wassalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Bogor, 15 September 2021
Ketua,

Dr. Rossa Yunita, S.P., M.Si.

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	ix
Susunan Komite Pengarah dan Komite Pelaksana	xxvi

RINGKASAN MAKALAH UNDANGAN ~1

<i>Keragaman dan Pemetaan Distribusi Kerabat Liar Tanaman Budidaya (Crop Wild Relatives) di Indonesia untuk mendukung Konservasi dan Pemanfaatannya</i>	
Wiguna Rahman	3
<i>Bioteknologi Menjadi Solusi dalam Menjawab Isu Penting Terkait Sumber Daya Genetik Pertanian</i>	
Ika Roostika Tambunan	4
<i>Peningkatan Ekspor Produk Indikasi Geografis melalui Inovasi</i>	
Sugiono Moeljopawiro	5

MAKALAH PESERTA ~7

BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN PANGAN ~9

<i>Keragaman Karakter Morfologi dan Agronomi Galur Mutan M2 Sorgum Varietas Suri 3</i>	
Dela Kartikasari, Endang Gati Lestari, Prasetyorini, Nanda PW Budiyanto	11
<i>Evaluasi Keragaman Karakter Agronomi Tanaman Sorgum Varietas Suri 3 Hasil Iradiasi Sinar Gamma</i>	
Nanda P. W. Budiyanto, Endang Gati Lestari, Prasetyorini.....	20
<i>Pengembangan Sistem Seleksi Kandidat Tetua Pemuliaan Kedelai dari Koleksi Sumber Daya Genetik Berdasarkan Genotip dan Fenotip</i>	
Dani Satyawati dan I Made Tasma.....	28
<i>Keragaman Galur Harapan Padi Sawah Toleran Cekaman Suhu Rendah di Rejang Lebong, Bengkulu</i>	
Estria F Pramudyawardani, Ali Imamuddin, Cucu	

Gunarsih, Hamdan, Yamhuri Te	45
<i>Evaluasi Metode Skrining untuk Cekaman Kekeringan pada Aksesori Lokal Padi Gogo</i>	
Yusi Nurmalita Andarini, Andari Risliawati, Nurul Hidayatun, Hakim Kurniawan	53
<i>Karakterisasi Morfologi Dua Kultivar Padi Ketan Lokal asal Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta</i>	
Setyorini Widayanti dan Kristamtini	66
<i>Keragaan Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotipe Kedelai Berbiji Besar dalam Kondisi Naungan</i>	
Nurwita Dewi, Asadi, Mastur, Try Zulchi P.H., Andari Risliawati	77
<i>Hasil Polong Plasma Nutfah Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.) asal Pulau Jawa</i>	
Try Zulchi Prasetyo Hariyadi, Muhammad Ace S, Dodin Koswanudin	89
<i>Analisa Kandungan Pati dan Kadar Air pada Umbi Garut (Maranta arundinacea)</i>	
Surya Diantina*, Randy Arya Sanjaya, Kristina Dwiatmini, Dodin Koswanudin	96
<i>Pembentukan Kalus Mutan Padi Sawah (Oryza sativa L.) Varietas Inpari 42 Agritan GSR Toleran NaCl</i>	
Nur Hidayah, Didy Sopandie, Rossa Yunita	104
<i>Variabilitas Ketahanan Hawar Daun Bakteri (Xanthomonas oryzae pv. oryzae) pada Aksesori-Aksesori Padi Asia</i>	
Siti Yuriyah, Dwinita Wikan Utami, Karden Mulya	119
<i>Monitoring Viabilitas Benih SDG Kacang Hijau di Bank Gen Pertanian Balitbangtan, BB Biogen</i>	
Andari Risliawati, Nurwita Dewi, Try Zulchi P. Hariyadi, Nurul Hidayatun	139
<i>Mutasi Radiasi Kombinasi dengan Kultur In Vitro pada Kedelai Varietas Wilis, Grobogan dan Dering-1 untuk Meningkatkan Keragaman Genetik pada Mutan M2</i>	
Endang Gati Lestari dan Rossa Yunita	149

<i>Sterilisasi dan Pemanjangan Tunas Talas Beneng (Xanthosoma undipes K. Koch) pada Kultur In Vitro</i>	
Suci Rahayu*, Surya Diantina, Ali Husni, Dodin Koswanudin, Muhamad Sabda, Reflinur, Fatimah.....	162
<i>Keragaman Genetik 82 Aksesori Padi Liar (Oryza spp.) Menggunakan Marka Mikrosatelit dan Sequence Tagged Site (STS)</i>	
Shafa Widad Zahrani, Reflinur, Samsinar, Muh. Kifly Ashan.....	173
<i>Keragaman Genetik Beberapa Aksesori Padi Rawa Berdasarkan Marka STS Spesifik Subspesies</i>	
Irna Auliauzzakia, Samsinar, Muh. Kifly Ashan, Reflinur	186
<i>Observasi Fenotipik dan Stabilitas Genetik Mutasi Gen GA20ox-2 pada Padi Mutan CRISPR/Cas9 Turunan Inpari HDB</i>	
Aniversari Apriana, Atmitri Sisharmini, Tri Joko Santoso, Nuryati, Alberta Dinar Ambarwati, Reflinur, Toto Hadiarto, Sustiprijatno	194
<i>Respon Genotipe Padi Indonesia terhadap Efisiensi Regenerasi dan Transformasi Genetik melalui Agrobacterium tumefaciens</i>	
Atmitri Sisharmini, Aniversari Apriana ¹ , Nuryati, Tri Joko Santoso dan Kurniawan Rudi Trijatmiko	209
<i>Metode Skrining untuk Seleksi Ketahanan terhadap Cekaman Aluminium pada Tanaman Padi</i>	
Nurul Hidayatun dan Joko Prasetyono	225
<i>Ragam dan Ketersediaan Plasma Nutfah Ubi untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Pertanian Berkelanjutan</i>	
Nurul Hidayatun, Dodin Koswanudin, Mastur	242
<i>Keragaman Genetik 30 Aksesori Kedelai Introduksi Berdasarkan Marka Single Nucleotide Amplified Polymorphism (SNAP)</i>	
Kristianto Nugroho, Della Suciyanti, Susianti, Rusmana, Puji Lestari	258

<i>Analisis Keragaman Genetik Aksesori Ubi Jalar Lokal Menggunakan Marka Simple Sequence Repeat (SSR)</i>	
Hakim Kurniawan, Puji Lestari, Nurul Hidayatun, Kristianto Nugroho	274
<i>Analisa Kandungan Pati 50 Aksesori Plasma Nutfah Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz.) Koleksi Bank Gen Balitbangtan</i>	
Higa Afza dan Kristina Dwiatmini	291
<i>Evaluasi Beberapa Varietas Unggul Baru Padi terhadap Cekaman Anaerob Germination</i>	
Rina Hapsari Wening, Gustav Ibrahim Adam, Indrastuti Apri Rumanti	301
<i>Deteksi Produk Rekayasa Genetika: Blind Test untuk Sampel Campuran Tepung</i>	
Aqwin Polosoro, Edy Listanto, Ahmad Dadang, Toto Hadiarto, Bahagiawati Amir Husin	310
<i>Keragaan Agronomi F4 Kedelai Anjasmoro-IAC100 untuk Ketahanan terhadap Hama Pengisap Polong (Riptortus linearis Fabricius.)</i>	
Slamet, Ahmad Warsun, Wening Enggarini, Rerenstradika Tizar Terryana, Dani Satyawan, Dodin Koswanudin, I Made Tasma	321
BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN HORTIKULTURA ~335	
<i>Identifikasi 27 Varietas Cabai Menggunakan Beberapa Jenis Marka Molekuler dan Asosiasinya dengan Ketahanan Antraknosa</i>	
Rerenstradika Tizar Terryana, Amalia Prihaningsih, Kristianto Nugroho, Nazly Aswani, Ifa Manzila, Puji Lestari.....	337
<i>Uji Ketahanan Klon Kentang (Solanum tuberosum L.) Baru terhadap Hawar Daun Phytophthora</i>	
Danang Widhiarso, Sulastriningsih, Mulyantoro	355
<i>Karakterisasi Morfologi dan Konservasi Anggrek Paphiopedilum sp.</i>	
Suskandari Kartikaningrum, Minangsari Dewanti, Sri Rianawati, Mawaddah, Mega Wegadara, Muhammad	

Thamrin.....	364
<i>Pemanfaatan Penanda SSR untuk Analisis Sidik Jari DNA Kentang (Solanum tuberosum L.)</i>	
Ahmad Fadil Rizkyantoro, Ahmad Afifuddin, Danang Widhiarso, Hartinio Natalia Nahampun, Mulyantoro.....	380
<i>Peningkatan Produksi Tanaman Cabai Hias pada Sistem Pipa Vertikal melalui Komposisi Media Tanam dan Frekuensi Penyiraman</i>	
Sitawati dan M. Irfan H. R.	394
<i>Optimasi Multiplikasi dan Elongasi Tunas In Vitro Pisang Tanduk (Grup AAB)</i>	
Alfia Annur Aini Azizi, Ika Roostika Tambunan, Yati Supriyati.....	409
<i>Karakteristik Morfologi Aksesi Terung (Solanum sp.) Koleksi dari Beberapa Wilayah di Indonesia</i>	
Aida Ainurrachmah dan Taryono	417
<i>Multiplikasi Tunas dan Pembentukan Umbi Mikro pada Bawang Merah Varietas Bima</i>	
Anora Tri Bahi ¹ , Agus Purwito, Mia Kosmiatin	429
<i>Keberhasilan Okulasi Batang Bawah Japansche Citroen dengan Mata Tempel Jeruk Poliploid Hasil Pemuliaan In Vitro</i>	
Fitri Wulandari, Melissa Syamsiah, Widya Sari, Mia Kosmiatin	442
<i>Deteksi Gen Tet pada Tanaman Kentang PRG Katahdin Event SP951 dan Hasil Persilangannya dengan PCR</i>	
Edy Listanto*, Eny Ida Riyanti, Alberta Dinar Ambarwati	458
<i>Karakterisasi Morfo-Agronomi Tanaman Tomat Produk Rekayasa Genetik Tahan Tomato Yellow Leaf Curl Virus dan Cucumber Mosaic Virus</i>	
Kusumawaty Kusumanegara, Gunung Wiguna, A. Dinar Ambarwati, Toto Hadiarto, Tri Joko Santoso	471
<i>Inventarisasi Tumbuhan Penunjang Tradisi Adat Batak Toba di Balige Kabupaten Toba Sumatera Utara</i>	
Sortha Simatupang, Imelda Marpaung, Delima Napitupulu, Dedy R. Siagian	486

<i>Keragaan Agronomi Mutan Cabai Merah Besar Tahan Virus Kuning Hasil Pengeditan Genom</i>	
Wening Enggarini, Toto Hadiarto, Aqwin Polosoro, Tri Joko Santoso, Aniversari Apriana, Atmitri Sisharmini, Sri Koerniati, Alberta Dinar Ambarwati	499
<i>Kajian Keanekaragaman Morfologi, Komposisi Proksimat, Karotenoid, dan Saponin Tiga Aksesori Ubi Jalar di Indonesia</i>	
Titin Haryati dan Muhammad Sabda.....	510
<i>Inventarisasi dan Koleksi Jenis-Jenis Anggrek di Beberapa Kawasan Konservasi di Kabupaten Pelalawan, Riau</i>	
Sri Wahyuni dan Dwi Murti Puspitaningtyas.....	527
<i>Pembentukan Embrio Somatik Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>) untuk Mendukung Penyediaan Bibit Bermutu</i>	
Yati Supriati, Mastur, Ika Roostika	541
BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN PERKEBUNAN ~553	
<i>Aplikasi Thidiazuron secara In Vitro terhadap Multiplikasi Tunas Gambir (<i>Uncaria gambir</i> (Hunter) Roxb)</i>	
Aprizal Zainal, Gustian, Musliar Kasim.....	555
<i>Penampilan Kopi Liberika Bacan di Kebun Percobaan Bacan Kabupaten Halmahera Selatan Peningkatan Keragaman Morfologi Keladi Tikus (<i>Typhonium flagelliforme</i> Lodd.) melalui Iradiasi Sinar Gamma</i>	
Mariana Susilowati, Nursalam Sirait, Nur Laela Wahyuni Meilawati, Sitti Fatimah Syahid, Sri Wahyuni	576
<i>Eksplorasi Dan Karakterisasi Tanaman Teh Tayu (<i>Camellia sinensis</i> L.) di Kabupaten Bangka Barat</i>	
Tri Wahyuni, Dede Rusmawan, Muzammil, Suharyanto	586
<i>Upaya Pelestarian Sumber Daya Genetik Tebu Lokal Kerinci Melalui Perbaikan Teknologi Budidaya</i>	
Julistia Bobihoe, Araz Meilin, Jumakir, Endrizal	596

<i>Pengaruh Pemangkasan dan Pengendalian Penyakit Mosaik Terhadap Pertumbuhan, Produksi Setek dan Intensitas Penyakit Nilam</i>	
Melati, Devi Rusmin, Rita Noveriza.....	609
<i>Studi Kekeberatan Kelapa Genjah Menggunakan Marka Simple Sequence Repeat</i>	
Ahmad Dadang, Joko Prasetyono, Budi Santoso	623
HEWAN DAN ORGANISME LAIN ~635	
<i>Monitoring Populasi Hama Cylas formicarius dengan Perangkap Feromon pada Lahan Budidaya Ubi Jalar</i>	
Wawan, I Made Samudra, Muhammad Sabda, Rafika Yuniawati	637
<i>Itik Alabio Plasma Nutfah Kalimantan Selatan: Potensi, Permasalahan, dan Upaya Pelestariannya</i>	
Fiqy Hilmawan, Ahmad Subhan, Akhmad Hamdan, Muhammad Amin, Eni Siti Rohaeni	645
<i>Karakter Mikromorfologi dan Patogenisitas Phakopsora pachyrhizi Syd. Isolat Asal Cikeumeuh, Bogor Terhadap Dua Belas Genotipe Kedelai</i>	
Wartono dan I Made Tasma	659
<i>Kemampuan Antagonis Bakteri Lipolitik asal Tanah terhadap Ganoderma</i>	
Indah Sofiana, Dwi Ningsih Susilowati, Karden Mulya	668
<i>Biologi Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada Pakan Buatan</i>	
Rafika Yuniawati, Wawan, I Made Samudra.....	682
<i>Potensi Pembentukan Alfalfa (Medicago sativa) Toleran Kering Melalui Induksi Mutasi Iradiasi Sinar UV-C dan Seleksi Variasi Somaklonal</i>	
Sulastri, Henti Rosdayanti, Winda Nawfetrias	693
<i>Pengkajian Pengembangan Kerbau Krayan sebagai Sumber Daya Genetik Lokal Mendukung Ketahanan Pangan dan Ekspor</i>	
Ludy K. Kristianto	706

<i>Isolasi dan Identifikasi Molekuler Khamir yang Berkemampuan Memfermentasi Xilosa untuk Produksi Bioetanol Generasi Kedua</i>	
Jamaluddin, Nisa Rachmania Mubarik, Edy Listanto, Eny Ida Riyanti	723
<i>Optimasi Fermentasi Nira Sorgum untuk Produksi Etanol dengan Menggunakan Isolat Yeast Saccharomyces cerevisiae DBY-1</i>	
Muh. Fadhlan Akhyar, Edy Listanto, Rafika Yuniawati, Eny Ida Riyanti	738
<i>Karakterisasi Molekuler Helicoverpa armigera Nucleopolyhedrovirus (HearNPV) Menggunakan Sekuen DNA Polimerase</i>	
Sela Yusuf, R. Yai Munara Kusumah, Ifa Manzila.....	750
<i>Pengaruh Modifikasi Pakan Formula terhadap Aspek Biologi Ngengat Lilin Galleria mellonella (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)</i>	
Vindri Rahmawati, Teguh Santoso, Ifa Manzila	762
<i>Inisiasi dan Multiplikasi Tunas Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) secara In Vitro pada Konsentrasi IBA Berbeda</i>	
Ali Husni, Fasha Algifari Muslim, Sulastris Isminingsih, Imas Rohmawati.....	774
<i>Efektivitas Parasitoid Anisopteromalus calandrae (Howard, 1881) (Hymenoptera: Pteromalidae) sebagai Agen Biokontrol terhadap Sitophilus oryzae pada Media Jagung</i>	
Lina Herlina.....	786
<i>Perbandingan Morfometrik Ayam Cemani Berdasarkan Perbedaan Tempat Konservasi</i>	
Tatan Kostaman, Soni Sopiya, Bayu Dewantoro Putra Soewandi, Komarudin	798
Indeks Penulis	807
Peserta Seminar.....	810

RUMUSAN SEMINAR NASIONAL

KOMISI NASIONAL SUMBER DAYA GENETIK “Peran Bioteknologi dan SDG dalam Mendukung Pertanian Maju, Mandiri, dan Modern”

Bogor, 15 September 2021

Forum Seminar Nasional yang bertema “Peran Bioteknologi dan SDG dalam Mendukung Pertanian Maju, Mandiri dan Modern” menampilkan beragam topik terkait Sumber Daya Genetik (SDG) pertanian. Tiga pembicara utama yang dihadirkan menyoroti potensi dan nilai penting sumberdaya genetik yang tersebar di wilayah Indonesia dan upaya perlindungannya baik secara fisik di bank gen maupun perlindungan hukum melalui berbagai aturan yang berlaku. Kerabat liar tanaman (*Crop Wild Relatives/CWR*) yang merupakan salah satu komponen SDG yang potensial untuk pengembangan, telah dipetakan dan perlu ditindaklanjuti upaya pengelolannya. Konservasi dan pemanfaatan SDG adalah dua sisi pengelolaan yang saling terkait. Perkembangan ilmu dan teknologi memberikan kemudahan dalam pengelolaan SDG. Berbagai teknik baru muncul dan terus berkembang seperti teknik berbasis *in-vitro* dan molekuler. Teknologi tersebut dapat diberdayakan untuk menunjang konservasi dan pemanfaatan SDG. Selain perlindungan secara fisik melalui kegiatan konservasi, SDG juga perlu dilindungi melalui pendekatan secara hukum. Salah satu bentuk perlindungan hukum dan sekaligus pengembangan dan pemanfaatan SDG adalah pengembangan produk Indikasi Geografis.

Makalah yang dipresentasikan dalam forum ini dikelompokkan dalam empat kelompok berdasarkan komoditas yang menjadi bahasannya. Dari 69 makalah yang dipresentasikan, sebanyak 30 makalah masuk dalam ruang lingkup Bioteknologi dan SDG Tanaman Pangan, 18 makalah dalam ruang lingkup Bioteknologi dan SDG Tanaman Hortikultura, 7 makalah dalam ruang lingkup Bioteknologi dan SDG Tanaman Perkebunan, dan 14 makalah ruang lingkup Hewan dan Organisme Lain.

BIOTEKNOLOGI DAN SDG TANAMAN PANGAN

Dari 30 makalah yang dimasukkan dalam ruang lingkup Bioteknologi dan SDG tanaman pangan, komoditas yang banyak dipresentasikan secara berurutan adalah padi, sorgum, kedelai, kacang tanah, garut, singkong. Bidang kajian sebagian besar adalah berupa upaya menggali karakter morfologi, agronomi, dan karakter fungsionalnya. Teknologi terkait yang

juga dibahas terkait tanaman pangan adalah pra-pemuliaan hingga pemuliaan baik secara konvensional maupun melalui pendekatan teknologi modern seperti mutasi dan pemuliaan berbasis marka.

Padi dan Serealia lain

Komoditas padi mendominasi topik dalam seminar ini. Bidang yang diseminarkan mencakup kegiatan inventarisasi, konservasi, karakterisasi dan pra-pemuliaan, pemuliaan, dan pemanfaatannya. Upaya konservasi padi dipresentasikan dalam rangkaian upaya perlindungan pada padi ketan asal Yogyakarta melalui pendaftaran varietas dengan nama Waler Handayani dan Serang Handayani. Pada kegiatan karakterisasi, beberapa tema yang muncul adalah kegiatan karakterisasi dan studi keragaman pada plasma nutfah padi rawa, padi lokal, dan padi liar.

Ada beragam topik terkait kegiatan pra-pemuliaan yang dipresentasikan. Studi mengenai variabilitas karakter ketahanan hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* Pv. *Oryzae*) pada galur-galur padi dari beberapa negara di Asia telah mengidentifikasi galur-galur tahan pada beberapa ras HDB. Evaluasi beberapa varietas unggul baru padi terhadap cekaman anaerob germination yang menunjukkan bahwa varietas Inpara 3 memiliki toleransi yang baik terhadap cekaman perkecambahan anaerob. Evaluasi metode skrining untuk cekaman kekeringan pada aksesori lokal padi gogo menunjukkan variasi presentasi ketahanan hidup padi gogo pada berbagai kapasitas lapang. Studi mengenai respon genotipe padi Indonesia terhadap transformasi genetik telah mengidentifikasi varietas Fatmawati dan Situ Patenggang sebagai padi yang efisien untuk menjadi target transformasi melalui *Agrobacterium tumefaciens*. Kajian metode skrining untuk seleksi ketahanan terhadap cekaman Aluminium pada tanaman padi menunjukkan skrining secara hidroponik dengan pengamatan parameter pertumbuhan akar yang menyeluruh direkomendasikan untuk dapat memperoleh hasil yang akurat.

Topik terkait kegiatan atau hasil pemuliaan yang dipresentasikan dalam seminar ini adalah observasi yang dilakukan pada galur harapan, mutan, kalus, dan beras Biofortife. Studi mengenai keragaan galur harapan padi sawah dataran tinggi di Bengkulu telah menghasilkan dua calon galur kuat untuk studi lanjut. Observasi fenotipik dan stabilitas mutasi gen GA20ox-2 pada padi mutan CRISPR/Cas9 turunan Inpari HDB menunjukkan diperolehnya mutan dengan fenotipe yang sudah homogen; dan Pembentukan kalus mutan padi sawah (*Oryza sativa* L.) varietas Inpari 42 Agritan GSR yang menunjukkan bahwa penambahan 2,4-D berpengaruh sangat nyata terhadap persen kalus terbentuk dan besar pembentukan diameter kalus. Studi mengenai efikasi galur padi Biofortife untuk

meningkatkan kadar haemoglobin dan status besi remaja putri menunjukkan menunjukkan potensi beras BiofortiFe dalam meningkatkan cadangan Fe tubuh dan membantu mengatasi masalah anemia.

Serealia lain yang juga dipresentasikan dalam forum ini adalah sorgum. Topik terkait komoditas sorgum disajikan dalam studi mengenai keragaman karakter mutan hasil radiasi sinar gamma pada sorghum varietas Suri-3. Studi identifikasi karakter *waxy* melalui pewarnaan iodin dan marka molekuler terkait gen GBSSI pada sorgum menunjukkan bahwa terdapat perbedaan mutasi alel *waxy* dari gen GBSSI pada aksesori sorgum Pulut 3 dengan ketiga alel *waxy* yang telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya, dan varietas ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai tetua donor karakter *waxy* dalam program perbaikan varietas sorgum. Studi lain mengenai keragaman alel *waxy* pada plasma nutfah sorgum lokal dan introduksi di Indonesia menunjukkan bahwa jenis alel *waxy a* terdeteksi pada genotipe lokal, sedangkan alel *waxy c* ditemukan pada genotipe lokal dan introduksi.

Aneka Kacang

Komoditas aneka kacang yang dipresentasikan dalam forum seminar ini adalah kacang tanah, kacang hijau, dan kedelai. Pada komoditas kacang tanah, studi mengenai penampilan hasil polong plasma nutfah kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) asal pulau Jawa telah mengidentifikasi aksesori-aksesori dengan karakter jumlah polong yang cukup tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai sumber gen untuk pengembangan varietas produksi tinggi. Pada komoditas kacang hijau, monitoring viabilitas aksesori kacang hijau pada koleksi bank gen menunjukkan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi viabilitas benih dalam ruang penyimpanan.

Sebagai salah satu komoditas prioritas dalam mendukung ketahanan pangan, kedelai (*Glycin max* (L.) Merr.) dipandang penting untuk dikembangkan. Studi terkait komoditas kedelai dipresentasikan dalam beberapa topik, baik dari sisi keragaman genetik maupun pemuliaannya. Studi mengenai keragaman genetik kedelai dilakukan terhadap kedelai introduksi. Studi pengembangan sistem seleksi kandidat tetua pemuliaan kedelai menunjukkan posisi klaster kedelai Indonesia yang beririsan dengan klaster kedelai dari negara tropis lain tetapi tidak beririsan dengan klaster kedelai yang berdaya hasil tinggi, sehingga terbuka peluang untuk peningkatan produktivitasnya. Kegiatan terkait pemuliaan kedelai yang dipresentasikan dalam seminar ini antara lain adalah studi keragaan hasil mutasi dan galur hasil persilangan, Pada studi mengenai kergaan agronomi F4 kedelai Anjasmoro-IAC100 untuk ketahanan terhadap hama pengisap polong (*Riptortus linearris*) telah diidentifikasi galur-galur dengan ragam

karakternya. Studi terhadap kedelai biji besar menunjukkan ragam respon galur kedelai terhadap naungan yang ditunjukkan pada karakter hasil dan umur panen. Pada studi lain, induksi mutasi menggunakan sinar Gamma pada beberapa varietas kedelai telah mendapatkan dosis radiasi yang tepat untuk mendapatkan mutan dengan perbaikan beberapa karekterinya.

Aneka Ubi

Komoditas ubi yang dipresentasikan dalam forum seminar ini adalah ubi jalar, ubi kayu/singkong, talas, dan garut. Studi literatur mengenai ketersediaan sumber pangan lokal untuk mendukung diversifikasi pangan memberikan gambaran mengenai keberadaan komoditas aneka ubi yang masih ditemukan dan dimanfaatkan sebagai sumber pangan tambahan oleh masyarakat.

Studi mengenai keragaman aksesori ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) lokal menunjukkan bahwa komoditas ubi jalar lokal Indonesia terbagi dalam beberapa kelompok yang tidak terkait dengan daerah asalnya. Kegiatan lain dalam karakterisasi morfologi, analisis proksimat, analisis total karotenoid dan saponin triterpenoid dilakukan pada tiga aksesori lokal ubi jalar Indonesia menunjukkan bahwa setiap aksesori memiliki karakter genotip yang unik dan khas. Pada komoditas ubi kayu, analisa kandungan pati telah mengidentifikasi aksesori-aksesori yang memiliki kandungan pati yang tinggi.

Pada komoditas talas, studi mengenai sterilisasi dan pemanjangan tunas talas Beneng telah berhasil mendapatkan formulasi sterilisasi eksplan dan formulasi media pemanjangan untuk tunas talas Beneng. Aplikasi dari hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam menunjang produksi bibit talas secara massal melalui kultur *in-vitro*. Pada komoditas aneka ubi minor, studi mengenai kandungan pati dan kadar air pada ubi Garut (*Maranta arundinacea*) telah mengidentifikasi aksesori-aksesori dengan kandungan kadar pati yang tinggi dan potensial untuk dikembangkan sebagai aksesori produktif untuk menghasilkan tepung garut dengan kandungan pati tinggi.

BIOTEKNOLOGI DAN SDG TANAMAN HORTIKULTURA

Tanaman hortikultura cukup banyak dipresentasikan dalam forum seminar ini. tanaman sayuran, buah, dan tanaman hias terwakili dalam acara seminar. Jenis tanaman tersebut adalah cabai, kentang, bawang merah, tomat, dan bawang putih, terong (sayuran), pisang tanduk, jeruk (buah), dan anggrek serta cabai hias (tanaman hias). Cakupan kegiatan penelitian yang didiskusikan meliputi kegiatan inventori, karakterisasi, dan pemuliaan. Pendekatan bioteknologi dilakukan dalam kegiatan induksi embrio somatik, pengeditan genom, deteksi gen, multiplikasi *in-vitro*,

hibridisasi somatik, dan analisis sidik jari DNA.

Tanaman Sayuran

Identifikasi varietas cabai menggunakan marka molekuler dan asosiasinya dengan ketahanan antraknos menunjukkan bahwa marka OPE18 diketahui berasosiasi secara signifikan dengan ketahanan terhadap antraknos, sehingga berpotensi digunakan untuk membantu tahap seleksi pada pemuliaan cabai setelah nantinya diuji lebih lanjut. Pada studi lain, keragaan agronomi mutan cabai merah besar tahan virus kuning hasil pengeditan genom menghasilkan keragaan agronomis pada mutan generasi T2 yang memiliki ketahanan terhadap virus kuning dan keragaan agronomis yang lebih baik.

Pada komoditas kentang (*Solanum tuberosum* L.) topik yang muncul dalam seminar adalah terkait sidik jari dan penyakitnya. Pemanfaatan penanda SSR telah dilakukan untuk analisis sidik jari DNA lima aksesori kentang, yang hasilnya menunjukkan kemiripan yang relatif tinggi pada lima varietas yang diobservasi. Dalam kaitannya dengan penyakit kentang, salah satu penyakit utamanya adalah Hawar Daun *Phytophthora* (HDP) yang disebabkan patogen *Phytophthora infestans* (Mont.). Melalui uji ketahanan klon kentang baru terhadap Hawar Daun *Phytophthora* teridentifikasi status ketahanan klon-klon kentang hasil persilangan. Studi lain dari kentang yaitu deteksi gen *Tet* pada Plasmid pCLD04541 dengan PCR pada tanaman kentang PRG *Katahdin Event SP951* dan hasil persilangannya menunjukkan bahwa enam klon hibrida transgenik terpilih dan *Event Katahdin Transgenic SP951* dianggap aman karena tidak mengandung gen antibiotik *Tet* terintegrasi di dalam genom tanaman.

Pada tanaman tomat, penyakit yang menjadi kendala dalam budidaya adalah virus keriting daun yang disebabkan oleh *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV) dan mosaik ketimun yang disebabkan oleh *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). Karakterisasi morfo-agronomi tanaman tomat produk rekayasa genetik tahan *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* dan *Cucumber Mosaic Virus* menunjukkan adanya kesepadanan karakter morfo-agronomi dari dua galur tomat yang diuji terhadap ketiga tetuanya, baik PRG maupun non-PRG. Semua tanaman uji telah seragam dengan tipe tumbuh *indeterminate*.

Bawang merah, bawang putih, dan terong juga dipresentasikan dalam seminar. Observasi terhadap respon bawang merah varietas Bima pada bekal media untuk pembentukan kalus terbaik yaitu MS ditambah 2,4D 3 mg/l + CH3 3 mg/l, sedangkan formula terbaik untuk pembentukan embriosomatik adalah MS + BA 2mg/l + NAA 0,1 mg/l. Pada komoditas terong, observasi erbagai kombinasi media terhadap multiplikasi dan

pembentukan umbi mikro secara *in vitro* menunjukkan bahwa pemberian ZPT berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, daun, akar, dan panjang akar. Pada komoditas Bawang putih, dari kegiatan pembentukan embriosomatik bawang putih (*Allium sativum*) telah diperoleh karakter morfologi beberapa aksesi terung (*Solanum* sp.) dari beberapa wilayah di Indonesia menunjukkan keragaman pada beberapa karakternya.

Tanaman Buah

Tanaman buah yang dipresentasikan dalam seminar ini adalah jeruk dan pisang tanduk. Pada komoditas tanaman jeruk, upaya karakterisasi morfologi daun jeruk hasil hibridisasi somatik dan kultur endosperma membagi galur hasil hibridisasi somatik dalam dua subklaster berdasarkan bentuk lamina, sedangkan galur hasil kultur endosperma terbagi menjadi dua subklaster berdasarkan ukuran lamina dan bentuk ujung daun. Studi lain pada komoditas jeruk adalah kesesuaian batang bawah JC (*Citrus limonia* O.) dengan jeruk poliploid hasil pemuliaan *in vitro* yang menunjukkan persentase keberhasilan okulasi tidak berbeda nyata antar perlakuan.

Pada komoditas pisang, dari studi optimasi multiplikasi dan elongasi tunas *in vitro* pisang Tanduk telah diketahui bahwa media HM4 sebagai media terbaik untuk multiplikasi tunas yaitu dan media MS tanpa penambahan BA dan IAA untuk elongasi tunas *in vitro*.

Tanaman Hias

Bahasan mengenai tanaman hias terdapat pada komoditas tanaman anggrek dan cabai hias. Inventarisasi dan Koleksi Jenis-Jenis Anggrek di Beberapa Kawasan Konservasi di Kabupaten Pelalawan, Riau telah mampu mengidentifikasi sebanyak 44 nomor koleksi (27 jenis, 16 marga) yang teridentifikasi sampai tingkat jenis dan 24 nomor koleksi teridentifikasi sampai tingkat marga. Jenis-jenis anggrek yang banyak ditemukan adalah *Bulbophyllum* spp. dan *Dendrobium* spp. Topik lain terkait tanaman anggrek adalah kegiatan karakterisasi. Karakterisasi morfologi dan konservasi anggrek *Paphiopedilum* sp. menunjukkan bahwa jenis anggrek ini merupakan anggrek yang paling sulit dikecambahkan bijinya. Biakan hasil penyerbukan menghasilkan keragaman pada beberapa karakter pada daun dan bunga. Pada komoditas cabai hias, upaya peningkatan produksi pada sistem pipa vertikal melalui komposisi media tanam dan frekuensi irigasi telah menemukan komposisi media tanam dan frekuensi penyiraman yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan cabai yang optimal.

BIOTEKNOLOGI DAN SDG TANAMAN PERKEBUNAN

Komoditas tanaman perkebunan yang dipresentasikan dalam seminar ini adalah kopi, teh, kelapa, tebu, keladi tikus, nilam, dan gambir, teh dan kopi merupakan dua komoditas yang bernilai ekonomi tinggi dan dimanfaatkan di seluruh dunia. Kopi Liberika merupakan salah satu jenis kopi yang dibudidayakan di Indonesia. Studi dan identifikasi karakter morfologis Kopi Liberika Bacan di Kabupaten Halmahera Selatan menunjukkan adanya keragaman yang cukup luas. Kopi Liberika Bacan dinilai mempunyai peluang pengembangan yang prospektif di Halmahera Selatan. Pada tanaman teh, kegiatan eksplorasi dan karakterisasi tanaman teh Tayu (*Camelia sinensis*) di Kabupaten Bangka Barat telah mengidentifikasi dua karakter teh Tayu yang ada di Dusun Tayu, yaitu teh Tayu berdaun bulat dan teh Tayu berdaun runcing.

Tanaman kelapa merupakan salah satu jenis tanaman tropik yang memiliki prospek pasar yang baik. Kedua tanaman ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Studi kekerabatan kelapa genjah menggunakan marka SSR membedakan varietas kelapa dengan tingkat kemiripan pada dua kelompok varietas. Pada tanaman tebu, studi mengenai upaya pelestarian sumber daya genetik tebu lokal Kerinci menunjukkan bahwa pembinaan dan pendampingan kegiatan budidaya serta pasca panen tebu merupakan alternatif untuk pelestarian tanaman tebu lokal di daerah tersebut.

Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb) merupakan komoditas ekspor dari Sumatera Barat yang memiliki banyak manfaat. Aplikasi *thidiazuron* (TDZ) secara *in vitro* terhadap multiplikasi tunas memperlihatkan bahwa semua konsentrasi TDZ menghasilkan tunas majemuk dan konsentrasi TDZ 0,40 ppm merupakan konsentrasi terbaik dalam untuk mendapatkan jumlah tunas pereksplan, jumlah daun per eksplan dan tinggi tunas dalam multiplikasi tunas tanaman gambir.

Keladi tikus (*Typonium flagelliforme*) merupakan salah satu tanaman obat yang potensial kaya akan manfaat sebagai anti kanker, anti mikroba dan anti oksidan. Upaya peningkatan keragaman morfologi keladi Tikus melalui radiasi sinar gamma menunjukkan bahwa secara umum, tanaman hasil radiasi memiliki pertumbuhan yang lebih kecil namun memiliki tingkat kehijauan daun yang lebih pekat.

Nilam merupakan tanaman yang bernilai ekonomi. Salah satu permasalahan dalam budidaya tanaman nilam adalah penyakit mosaik yang disebabkan oleh *Potyvirus*. Dari studi mengenai pengaruh pemangkasan dan pengendalian penyakit mosaik terhadap pertumbuhan dan intensitas penyakit nilam diketahui bahwa pemangkasan dengan nano pestisida memberikan pengaruh baik pada pertumbuhan tinggi tanaman,

jumlah tunas, lebar kanopi serta dan kandungan klorofil tanaman.

BIOTEKNOLOGI DAN SDG HEWAN DAN ORGANISME LAIN

SDG hewan yang dipresentasikan dalam seminar ini adalah itik Alabio, ayam Cemani, kerbau Krayan, dan serangga serta tanaman pakan ternak Alfalfa. Organisme lain yang dipresentasikan dalam seminar ini merupakan kelompok jasad renik yang sebagian besar merupakan kategori organisme pengganggu tanaman dan mikroba potensial.

Itik Alabio (*Anas platyrhynchos* Borneo) merupakan salah satu sumber plasma nutfah unggas lokal yang ada di Kalimantan Selatan. Dalam studi mengenai potensi, permasalahan, dan upaya pelestariannya plasma nutfah itik Alabio di Kalimantan Selatan digambarkan upaya pengelolaan itik melalui pemetaan khusus perwilayahan pengembangan dan pemurnian itik Alabio yang disesuaikan dengan spesialisasi usaha ternak serta pembentukan pusat perbibitan skala pedesaan melalui penyuluhan/diseminasi tentang budidaya ternak. Studi morfometrik ayam Cemani pada dua tipe konservasi menunjukkan bahwa perbedaan tempat konservasi mempengaruhi variabel-variabel ukuran tubuh pada betina dan pejantan. Ayam Cemani pejantan relatif lebih stabil daripada betina. Pengkajian mengenai pengembangan kerbau Krayan sebagai sumber daya genetik lokal mendukung ketahanan pangan lokal dan ekspor menunjukkan ada tiga skala prioritas utama yang penting untuk mendukung berkembangnya usaha ternak kerbau Krayan pada agroekosistem persawahan dataran tinggi yaitu kriteria pakan, kriteria daya dukung pakan alami, dan kriteria reproduksi. Ngengat Lilin *Galleria mellonella* adalah serangga hama pada sisiran lebah madu yang dapat juga dimanfaatkan. Modifikasi pakan formula terhadap biologi ngengat Lilin menghasilkan formula yang sesuai untuk dijadikan sebagai pakan buatan untuk serangga tersebut.

Pakan ternak merupakan kompinen penting pendukung usaha peternakan. Pengembangan ternak di lahan kering mengalami kendala ketersediaan pakannya. Studi mengenai potensi pembentukan Alfalfa (*Medicago sativa*) toleran kering melalui induksi mutasi radiasi sinar UV-C dan seleksi variasi somaklonal menunjukkan bahwa dari kegiatan tersebut telah dihasilkan telah menghasilkan kalus embrionik yang realtif toleran kekeringan. Inisiasi dan Multiplikasi Tunas Rumpuk Gajah (*Pennisetum purpureum*) secara *in vitro* menemukan konsentersasi IBA yang sesuai untuk mendapatkan jumlah tunas, jumlah daun dan jumlah akar yang lebih banyak.

Hama *Cylas formicarius* merupakan hama utama di pertanaman ubi jalar. monitoring populasi hama *Cylas formicarius* (Fabricius) dengan

perangkap feromon pada wilayah budidaya dan non budidaya ubi jalar menunjukkan jumlah tangkapan yang lebih tinggi pada wilayah budidaya. Ulat grayak jagung *Spodoptera frugiperda* atau yang dikenal sebagai *fall army worm* (FAW) merupakan hama invasif baru di Indonesia. Studi mengenai Biologi *Spodoptera frugiperda* pada pakan buatan telah menghasilkan gambaran aspek biologi serangga ini seperti siklus hidup, masa inkubasi telur, dan fekunditas betina. Penyakit karat (*Phakopsora pachyrhizi* Syd) menjadi salah satu penyebab rendahnya produktivitas kedelai. Studi karakter mikromorfologi dan patogenisitas *P. pachyrhizi* asal Cikeumeuh, Bogor terhadap dua belas genotipe kedelai telah mengidentifikasi bentuk dan ukuran *uredospor* *P. pachyrhizi* yang berasal dari lokasi tersebut. Ulat penggerek tongkol adalah salah satu hama penting yang merupakan ancaman terhadap produksi jagung. Karakterisasi molekuler *Helicoverpa armigera Nucleopolyhedrovirus* (HearNPV) menunjukkan bahwa isolat HearNPV Bogor memiliki kekerabatan genetik dengan NPV yang menyerang *H. armigera* dari berbagai negara.

Potensi mikroba potensial dipresentasikan dalam beberapa studi. Melalui studi kemampuan antagonis bakteri lipolitik asal tanah terhadap *Ganoderma* telah diidentifikasi isolat-isolat bakteri mampu menghasilkan enzim lipase dan memiliki daya hambat terhadap *Ganoderma*. Melalui kegiatan isolasi dan identifikasi molekuler khamir telah teridentifikasi isolat-isolat khamir terbaik yang mampu memfermentasi glukosa dan xilosa. Isolate-isolat tersebut dapat dimanfaatkan untuk Pengembangan Produksi Bioetanol. Parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Howard 1881) diketahui memiliki potensi sebagai agen biokontrol hama. Studi mengenai potensi parasitoid ini menunjukkan bahwa *A. calandrae* berpotensi sebagai agen biokontrol untuk menekan populasi *S. oryzae* pada jagung. Dalam studi optimasi fermentasi nira sorgum untuk produksi etanol dengan menggunakan isolat *yeast Saccharomyces cerevisiae* DBY-1 telah diperoleh kondisi optimal dalam proses fermentasi untuk menghasilkan etanol. Kondisi tersebut oleh kesterilan media fermentasi, pH, tempat inkubasi dan penambahan urea sebagai sumber nitrogen.

Susunan Komite Pengarah dan Komite Pelaksana

I. Penasehat

Dewan Penasehat : Dr. Ir. Fadjry Djufry, M.Si.
Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan
Pertanian

II. Pengarah

Ketua : Ir. Mastur, M.Si., Ph.D.
Kepala Balai Besar Penelitian dan
Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya
Genetik Pertanian

Wakil Ketua : Dr. Sustiprijatno, S.Si., M.Sc.

III. Pelaksana

Ketua : Dr. Rossa Yunita, S.P., M.Si.
Ir. Eny Ida Riyanti, M.Si., Ph.D.

Sekretaris : Dr. Lina Herlina
Dr. Surya Diantina, S.P., M.Si.

Anggota : Nurul Hidayatun, S.Si., M.Si., Ph.D.
Dr. Wening Enggarini, S.Si., M.Si.
Dr. Hakim Kurniawan, S.P., M.P.
Ir. Ida N. Orbani
Wawan, M.Si.
Ma'sumah, S.P.
Alfia Annur Aini Azizi, S.P., M.Si.
Randy Arya Sanjaya, S.T.
Wina Darmawati
M. H. Zulfikar

IV. Penyunting

Ketua : Alfia Annur Aini Azizi, M.Si.

Anggota : Randy Arya Sanjaya, S.T.

Respon Genotipe Padi Indonesia terhadap Efisiensi Regenerasi dan Transformasi Genetik melalui *Agrobacterium tumefaciens*
*(Response of Indonesian rice genotypes to efficiency of regeneration and genetic transformation through *Agrobacterium tumefaciens*)*

Atmitri Sisharmini¹, Aniversari Apriana¹, Nuryati¹, Tri Joko Santoso² dan Kurniawan Rudi Trijatmiko¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Jl. Tentara Pelajar No. 3A, Bogor 16111

²Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Jalan Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda, Sukabumi, 43357
mitri.bm38@gmail.com

ABSTRACT

Biotechnology-based rice breeding, especially genetic engineering, can support the assembly program or improvement of high-yielding varieties. However, controlling the plant regeneration and transformation system is an essential step in the rice genetic engineering process. In addition, the genetic background of rice for genetic engineering also plays a vital role in the efficiency of plant regeneration and transformation. Previous research has shown that Nitrite reductase (NiR) and Glucose dehydrogenase (Gluc) genes affect plant regeneration ability. The purpose of this study was to determine the response of Indonesian rice genotypes to genetic transformation through *Agrobacterium tumefaciens* and to determine the expression profile of NiR and Gluc genes. The research material used several genotypes of Indonesian rice, namely Fatmawati, Inpari-6, Situ Patenggang, Situ Bagendit, Sarinah, Mekongga, Inpari-32 and Nipponbare varieties as controls. The method used is transformation through *Agrobacterium tumefaciens* using immature embryos as explants. The results showed that the Nipponbare model rice variety had a transformation efficiency of 53.1%. Among the tested genotypes, Fatmawati and Situ Patenggang were the most efficiently transformed genotypes with an efficiency of 19.5%. At the same time, the genotype of rice that has the lowest transformation efficiency is Inpari-32 at 0.8%. The NiR gene expression profile in the tested rice genotypes showed the same expression level between genotypes, except that in Nipponbare there was an amplicon associated with a high regeneration response. Meanwhile, the Gluc gene expression profile showed different expression levels between genotypes, but it was not related to its regeneration ability. This information is helpful

as a reference and consideration in determining the genotype to be used for rice genetic engineering research in Indonesia.

Key words: *Agrobacterium*, transformation efficiency, genetic engineering, Indonesian genotype rice, gene expression

ABSTRAK

Pemuliaan padi berbasis bioteknologi khususnya rekayasa genetik dapat mendukung program perakitan atau perbaikan varietas unggul. Sistem regenerasi dan transformasi tanaman merupakan langkah penting yang harus dikuasai pada proses rekayasa genetik. Kompetensi regenerasi dan transformasi tanaman sangat tergantung pada latar belakang genetik padi yang digunakan. Kemampuan regenerasi tanaman dipengaruhi oleh ekspresi gen *Nitrite reductase (NiR)* dan *Glucose dehydrogenase (Gluc)*. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui respon genotipe padi Indonesia terhadap transformasi genetik melalui *Agrobacterium tumefaciens* dan mengetahui profile ekspresi gen *NiR* dan *Gluc*. Materi penelitian menggunakan beberapa genotipe padi Indonesia, yaitu varietas Fatmawati, Inpari-6, Situ Patenggang, Situ Bagendit, Sarinah, Mekongga, Inpari-32 dan Nipponbare digunakan sebagai kontrol. Metode yang digunakan adalah transformasi melalui *Agrobacterium tumefaciens* menggunakan eksplan berupa embrio muda padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas padi model Nipponbare mempunyai efisiensi transformasi sebesar 53.1%. Di antara genotipe yang diuji, Fatmawati dan Situ Patenggang merupakan genotipe yang paling efisien ditransformasi dengan efisiensi sebesar 19.5%. Genotipe padi yang mempunyai efisiensi transformasi paling rendah adalah Inpari-32 sebesar 0.8%. Profile ekspresi gen *NiR* pada genotipe padi yang diuji menunjukkan level ekspresi yang sama antar genotipe, kecuali pada Nipponbare terdapat amplikon yang terkait dengan tingginya respon regenerasi. Sementara itu, profil ekspresi gen *Gluc* menunjukkan level ekspresi yang berbeda antar genotipe, tetapi tidak terkait dengan kemampuan regenerasinya. Informasi ini berguna sebagai acuan dan bahan pertimbangan dalam menentukan genotipe yang akan digunakan untuk penelitian rekayasa genetik padi di Indonesia.

Kata kunci: *Agrobacterium*, efisiensi regenerasi, efisiensi transformasi, padi genotipe Indonesia, ekspresi gen

PENDAHULUAN

Rekayasa genetik tanaman memerlukan proses transformasi tanaman dengan menggunakan suatu metode untuk mengintroduksi DNA ke dalam genom tanaman target atau untuk membentuk kombinasi baru genetik yang dapat diwariskan (Rosenberg 2017). Dua metode yang biasa

digunakan untuk proses transformasi tanaman adalah penggunaan bakteri patogen tanaman *Agrobacterium tumefaciens* atau dengan menggunakan suatu partikel pembawa untuk mengintroduksi DNA yang akan disisipkan. Metode ini menyisipkan DNA terjadi secara acak dalam genom tanaman (Dong and Ronald 2021).

Kultur jaringan tanaman umumnya digunakan dalam proses transformasi untuk meregenerasikan tanaman transgenik (James 2011). Sistem kultur jaringan yang efisien merupakan prasyarat penting dalam kegiatan transformasi genetik karena menentukan keberhasilan proses rekayasa genetik tanaman. Keberhasilan regenerasi tanaman secara *in vitro* dan kompetensi transformasi genetik sangat tergantung pada genotipe dari spesies yang diinginkan (Sabbadini *et al.* 2019). Transfer DNA seringkali terhambat oleh regenerasi tanaman yang bersifat spesifik genotipe (Ozawa *et al.* 2003). Faktor-faktor eksternal lainnya juga dilaporkan mempengaruhi proses regenerasi maupun transformasi antara lain yang berkaitan dengan teknik kultur *in vitro*, diantaranya umur dan jenis eksplan, media *in vitro* yang digunakan, dan zat pengatur tumbuh (Hoque dan Mansfield 2004; Lee *et al.* 2002; Lin dan Zhang 2005). Efisiensi transformasi genetik sangat dipengaruhi oleh kemampuan regenerasi dari genotipe tanaman yang digunakan. Kedua hal tersebut merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dan saling mempengaruhi dalam keberhasilan proses rekayasa genetik tanaman.

Kemampuan regenerasi tanaman yang bersifat tergantung genotipe, menyebabkan tanaman memerlukan manipulasi *in vitro* yang berbeda untuk genotipe yang berbeda pula (Visarada *et al.* 2002). Proliferasi kalus embriogenik yang mempunyai tingkat regenerasi tinggi adalah syarat utama untuk keberhasilan diperolehnya tanaman padi transgenik melalui kultur *in vitro*. Dasar genetik proses regenerasi telah diteliti pada mature embrio padi (Ozawa *et al.* 2003; Nishimura *et al.* 2005) dan immature embrio rye (Gruszczynska and Rakoczy-Trojanowska 2011). Gen *NiR* (yang mengkode *ferredoxin-nitrite reductase*) dan *glucose dehydrogenase* diketahui berperan dalam proses regenerasi tanaman padi (Ozawa *et al.* 2003; Nishimura *et al.* 2005). Profil ekspresi gen-gen tersebut mengindikasikan bahwa fungsinya berkorelasi dengan respon *in vitro* dari tanaman rye dan padi. *NiR* merupakan salah satu gen yang berperan secara tidak langsung mempengaruhi kemampuan regenerasi tanaman. Pada tanaman rye, ortolog *NiR* selama kultur *in vitro* menunjukkan bahwa gen tersebut penting dalam proses regenerasi tanaman. Pada tanaman padi, telah diidentifikasi lokus QTL yang mengkode *ferredoxin-nitrite reductase* (*NiR*) yang menentukan kemampuan regenerasi pada padi. Pada penelitian Nishimura *et al.* (2005), rendahnya kemampuan regenerasi padi Koshihikari

disebabkan oleh rendahnya ekspresi aktivitas *NiR*. Pada metabolisme nitrogen, nitrat sebagai sumber nitrogen pada media *in vitro* akan menghasilkan nitrit yang mempunyai pengaruh toksik terhadap pertumbuhan sel tanaman. Metabolisme cepat dari nitrit merupakan proses yang penting untuk pertumbuhan kalus. *NiR* yang mengkode *ferredoxin-nitrite reductase* akan mengkatalisis reduksi nitrit menjadi ammonium yang mempunyai peran yang penting dalam proses regenerasi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa asimilasi nitrat merupakan proses penting pada regenerasi kalus padi (Nishimura *et al.* 2005; Gruszczynska and Trojanowska 2011). Sedangkan *Glucose dehydrogenase* dapat digunakan sebagai penanda molekuler yang dapat membedakan kemampuan regenerasi kalus padi. Gen ini diketahui terekspresi pada *immature* embrio yang sedang berkembang (7 hari setelah anthesis) dan pada kalus padi dari genotipe yang mempunyai kemampuan regenerasi yang tinggi. Hal ini telah dibuktikan dengan mengintroduksi gen *Glucose dehydrogenase* ke padi Koshihikari yang awalnya sulit diregenerasikan menjadi mudah diregenerasikan (Ozawa *et al.* 2003).

Genotipe padi Indonesia diketahui mempunyai respon yang berbeda terhadap proses regenerasi dan transformasi. Dengan mengetahui profil ekspresi gen *NiR* dan *glucose dehydrogenase* diharapkan dapat diperoleh informasi genotipe-genotipe padi Indonesia yang responsif terhadap proses regenerasi yang tentunya akan mempengaruhi efisiensi transformasi. Informasi ini sangat berguna untuk menentukan genotipe tanaman yang akan di manipulasi secara genetik.

Proses transformasi genetik tanaman yang dimediasi oleh *Agrobacterium* merupakan metode yang paling populer digunakan, relatif lebih mudah dan metode ini secara luas telah digunakan untuk mengintroduksi gen target ke tanaman monokotil, seperti padi, jagung, gandum atau tanaman sereal lainnya (James 2011).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon genotipe padi Indonesia terhadap transformasi genetik melalui *Agrobacterium tumefaciens* dan mengetahui profil ekspresi gen *NiR* dan *Gluc*. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan atau pertimbangan dalam pemilihan genotipe padi yang akan digunakan untuk penelitian rekayasa genetika padi di Indonesia.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium Biologi Molekuler, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Genetik Pertanian pada tahun 2019.

Materi yang digunakan adalah embrio muda padi yang berasal dari

tujuh genotipe padi Indonesia yaitu varietas Fatmawati, Inpari-6, Mekongga, Situ patenggang, Situ bagendit, Sarinah, Inpari-32 dan sebagai kontrol digunakan varietas Nipponbare yang merupakan varietas padi model dalam penelitian rekayasa genetika tanaman. Konstruk genetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pCAMBIA1300_OsAnt1::HvAlaAT yang telah ditransformasi ke *Agrobacterium tumefaciens* strain LBA4404.

Metode transformasi genetik padi yang digunakan adalah melalui vektor *Agrobacterium tumefaciens* yang mengacu pada protokol Slamet Loedin et al (2014) dengan embrio muda padi sebagai eksplan.

Transformasi genetik padi

Biji muda padi yang berumur 8-12 hari setelah pembungaan dipanen. Gabah/kulit biji dikupas dan dilakukan sterilisasi. Tahapan sterilisasi meliputi pencucian biji muda padi dengan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian diikuti dengan pencucian air steril selama 1 menit. Tahapan selanjutnya, dilakukan perendaman biji muda dalam larutan pemutih 20% selama 30 menit dan pencucian dengan air steril sebanyak 3-5 kali. Isolasi embrio muda padi dilakukan dengan pemisahan bagian endosperm dan embrio dengan bantuan pinset. Eksplan yang berupa embrio muda padi kemudian diletakkan pada media ko kultivasi padat.

Penyiapan kultur *Agrobacterium* yang mengandung konstruk genetik pCAMBIA1300_OsAnt1::HvAlaAT dilakukan dengan cara mengkulturkan bakteri ke medium YEP cair yang ditambahkan kanamisin 50 mg/L selama 2-3 hari pada suhu 28 °C. *Agrobacterium* kemudian dikulturkan ke media AB padat selama 3 hari pada suhu 28 °C. Kultur *Agrobacterium* ditumbuhkan pada media ko-kultivasi cair dengan penambahan asetosiringon 100 uM. Transformasi genetik dilakukan dengan cara meneteskan eksplan embrio muda yang diletakkan pada media ko-kultivasi padat dengan 5 µl media ko-kultivasi cair yang berisi kultur *Agrobacterium* dengan kerapatan bakteri pada OD = 0.3.

Embrio muda padi yang telah diinfeksi dengan *Agrobacterium* kemudian diinkubasi pada suhu 25 °C selama 7 hari dalam kondisi gelap. Tunas yang tumbuh dari eksplan embrio muda di media ko-kultivasi kemudian dipotong dan kalus yang terbentuk dari embrio tersebut ditransfer ke media resting yang mengandung antibiotik cefotaksim 250 mg/l dan vankomisin 100 mg/l yang berfungsi untuk mengeliminasi *Agrobacterium* selama 5 hari. Tahapan selanjutnya, eksplan dipindahkan ke media seleksi dengan penambahan higromisin 30 mg/l yang berfungsi sebagai marka seleksi selama 10 hari dengan tiga kali periode subkultur dan diinkubasi pada suhu 28 °C pada kondisi terang. Kalus-kalus yang tahan terhadap seleksi higromisin dapat diperoleh pada tahapan seleksi ke-3.

Kalus-kalus yang tahan higromisin selanjutnya dipindahkan ke media pre-regenerasi dengan penambahan higromisin 30 mg/l dan cefotaksim 250 mg/l, selanjutnya diinkubasi pada suhu 28 °C selama kurang lebih 10 hari. Pada tahapan ini kalus-kalus berproliferasi dan membentuk kalus embriogenik. Kalus-kalus embriogenik akan berkembang untuk membentuk calon-calon tunas yang ditunjukkan dengan terbentuknya spot hijau pada kalus tersebut. Kalus embriogenik yang berkembang menjadi tunas-tunas kecil kemudian dikulturkan pada media regenerasi yang mengandung 30 mg/l higromisin dan 250 mg/l cefotaksim. Tunas-tunas yang terbentuk kemudian ditransfer dan dikulturkan pada media perakaran yang mengandung higromisin 40 mg/l. Planlet yang terbentuk pada media perakaran selanjutnya diaklimatisasi dan dipindahkan ke pot berisi media tanah dan ditumbuhkan di rumah kaca sampai menghasilkan biji T1.

Pengamatan dilakukan pada jumlah embrio muda yang ditransformasi, jumlah kalus yang tumbuh pada media ko-kultivasi padat (persentase dihitung dari jumlah kalus yang tumbuh di media kokultivasi padat dibagi jumlah embrio yang ditransformasi dikalikan 100%), jumlah kalus yang tahan pada seleksi higromisin (kalus berwarna putih kekuningan) di media seleksi tahap ketiga (persentase dihitung dari jumlah kalus yang tahan higromisin di media seleksi tahap ketiga dibagi dengan jumlah embrio yang ditransformasi kemudian dikalikan 100%), jumlah kalus yang berproliferasi dan tumbuh spot-spot hijau (persentase dihitung dari jumlah kalus yang tumbuh spot hijau dibagi dengan jumlah kalus tahan higromisin di media seleksi ketiga) dan penghitungan efisiensi transformasi dan efisiensi regenerasi. Efisiensi transformasi dihitung dari jumlah tanaman yang positif PCR dibagi dengan jumlah embrio yang ditransformasi dan dikalikan 100%. Sedangkan efisiensi regenerasi dihitung dari jumlah kalus yang beregenerasi dibagi dengan jumlah kalus yang lolos seleksi higromisin dikalikan 100%.

Analisis PCR

Analisis molekuler dilakukan dengan teknik PCR untuk mengetahui bahwa tanaman transgenik padi yang dihasilkan positif mengandung konstruk gen yang diintroduksi. Analisis PCR dilakukan dengan menggunakan primer spesifik F: 5'-CCTCAAATCTGTCTGCCACA-3' and R: 5'-ATTGCCAAATGTTTGAACGA-3'. Reaksi PCR dilakukan dengan volume total 20 ul yang terdiri atas ddH₂O, 1 x buffer PCR (10 x), 200 µM dNTPs (10mM), 0.25 µM primer HvAlaAT-F Forward (5 µM), 0.25 µM primer Reverse (5 µM), 1 U Taq DNA Pol (5U/µl), dan cetakan DNA. Program PCR yang digunakan ialah tahap denaturasi awal pada suhu

94 °C selama 5 menit, kemudian dilanjutkan dengan 35 siklus yang terdiri atas denaturasi pada suhu 94 °C selama 60 detik, annealing pada suhu 60 °C selama 45 detik dan elongasi pada suhu 72 °C selama 60 detik. Hasil PCR kemudian diseparasi pada gel agarose 1% dengan voltase 100 watt selama 1 jam dan diwarnai dengan ethidium bromida. Pengamatan dilakukan di bawah sinar UV dengan bantuan perangkat chemidoc. Pengamatan hasil PCR berdasarkan ada atau tidaknya pita DNA. PCR memberikan hasil positif jika pita DNA ampikon berukuran sama dengan kontrol plasmid.

Analisis ekspresi gen *NiR* dan *Gluc* dengan semi kuantitatif PCR ***Isolasi RNA dan sintesis cDNA***

Isolasi RNA dari sampel dilakukan dengan menggunakan prosedur dari RNEasy plant mini kit dari QIAGEN. Sebanyak 100 mg sampel yang berupa kalus padi berumur 12 hari setelah ditransformasi dengan konstruk genetik pCAMBIA1300_OsAnt1::HvAlaAT disimpan secepatnya dalam es. Sampel digerus dengan nitrogen cair dengan menggunakan mortar, kemudian dimasukkan dalam tabung mikro ukuran 2 ml dan ditambahkan larutan bufer RLT® sebanyak 450 µl. Campuran kemudian dihomogenisasi dan diinkubasi pada suhu 56°C selama 1-3 menit. Campuran tersebut dimasukkan dalam kolom ungu dan disentrifugasi selama 2 menit pada kecepatan 12 000 rpm. Selanjutnya kolom ungu dilepas dan ditambahkan etanol 96% sebanyak 0,5 volume, dicampur dengan bantuan pipet. Larutan yang sudah tercampur kemudian disentrifugasi selama 15 detik dengan kecepatan 12000 rpm. Supernatan dibuang, dalam tabung ditambahkan bufer RW1® sebanyak 700 µl, kemudian disentrifugasi lagi selama 15 detik. Supernatan dibuang, ditambahkan bufer RPE® sebanyak 500 µl dan disentrifugasi kembali selama 15 detik. Supernatan kemudian dibuang, kemudian ditambahkan lagi bufer RPE® sebanyak 500 µl dan disentrifugasi selama 2 menit pada kecepatan 12 000 rpm. Kemudian supernatan dibuang, dan kolom dipindahkan ke dalam tabung mikro baru. Selanjutnya kolom ditambahkan 30-50 µl air bebas RNase, lalu disentrifugasi selama 1 menit pada kecepatan 12 000 rpm. RNA total yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai cetakan untuk pembentukan cDNA.

Pembentukan cDNA dari RNA dilakukan dengan menggunakan enzim reverse transcriptase. Campuran reaksi yang disiapkan untuk sintesis cDNA terdiri dari 1µg sampel RNA ditambahkan dengan 0,5 µl oligo dT dan ddH₂O hingga volume akhir 18 µl. Setelah itu campuran dimasukkan ke dalam mesin PCR dengan tahapan pemanasan awal yaitu inkubasi 10 menit pada suhu 65 °C lalu didinginkan pada suhu 50 °C. Setelah selesai campuran disimpan dalam es. Tahapan dilanjutkan dengan

transkripsi balik dengan campuran reaksi 5 µl RT bufer, 0,5 µl Rnase, 1 µl dNTPs Mix 2 mM, 0,5 µl RTase dan 18 µl sampel RNA. Campuran dimasukkan dalam mesin PCR dengan tahapan 50 menit pada suhu 42 °C, 10 menit pada suhu 65 °C dan didinginkan pada suhu 50 °C. Setelah selesai sampel cDNA disimpan pada suhu -20 °C. cDNA yang diperoleh akan digunakan sebagai cetakan untuk analisis semi kuantitatif PCR. Amplifikasi gen *NiR* dan *Gluc* dilakukan dengan teknik PCR menggunakan primer spesifik yang sebelumnya telah didesain.

Analisis semi kuantitatif PCR

Analisis ekspresi gen *NiR* dan *Gluc* dilakukan dengan menggunakan semi kuantitatif PCR. Sampel yang digunakan berupa cDNA yang berasal dari tanaman padi transgenik generasi T₀. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyamakan konsentrasi cDNA dari masing-masing sampel, dengan seri pengenceran 1:2, 1:5, 1:10 dan 1:20. Sampel cDNA tersebut kemudian dijadikan sebagai cetakan dalam proses PCR dengan menggunakan primer spesifik dari Actin (Tabel 1).

Tabel 1. Daftar primer yang digunakan untuk analisis semi kuantitatif PCR

No.	Primer	Sekuen primer
1.	F-Actin	5'TCCATCTTGGCATCTCTCA3
2.	R-Actin	5'GTACCCGCATCAGGCATC3'
3.	F-NiR	5'-CCGATAGGTAAAACCCTGCTCT-3'
4.	R-NiR	5'-CCGCCCTCCATGAACAATGA-3'
5.	F-Gluc	5'-CCTCCATCACCGACATCACC-3'
6.	R-Gluc	5'-CCCACAGCAAAGCCAAGAC-3'

Total reaksi yang dibutuhkan dalam reaksi PCR adalah 20 µl, terdiri dari dH₂O, 10x advance buffer, dNTPs (10mM), primer Forward (5 µM), primer Reverse (5 µM), Taq DNA Pol (5U/µL), dan cDNA template. Setelah campuran PCR siap, kemudian masukkan di mesin PCR dengan program sebagai berikut : pre-denaturasi pada suhu 95 °C selama 4 menit kemudian dilanjutkan dengan 30 siklus yang terdiri dari tahap denaturasi pada suhu 95 °C selama 30 detik, tahap annealing pada suhu 55-60 °C selama 30 detik, tahap extension pada suhu 72 °C selama 1 menit dan *final extension* pada suhu 72 °C selama 7 menit. Produk PCR dielektroforesis pada 1% gel agarose. Kemudian intensitas masing-masing pita DNA berdasarkan pada seri pengenceran yang telah dibuat dibandingkan. Seri pengenceran yang mempunyai intensitas ketebalan pita yang sama kemudian dipilih untuk melakukan PCR selanjutnya dengan menggunakan primer gen *NiR* dan

Gluc (Tabel 1). PCR dengan menggunakan primer Actin (sebagai internal kontrol) juga diulang dengan menggunakan cetakan sesuai pengenceran yang terpilih. Produk PCR kemudian divisualisasi pada gel agarose 1% dengan menggunakan 1 kb ladder sebagai marker DNA dan diamati dengan bantuan sinar UV dengan menggunakan chemidoc. Intensitas pita DNA yang dihasilkan menunjukkan tingkat ekspresi gen *NiR* dan *Gluc* pada masing-masing genotipe padi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persyaratan penting dalam sistem transfer gen untuk produksi tanaman transgenik adalah ketersediaan jaringan target termasuk sel kompeten untuk regenerasi tanaman, metode untuk memasukkan DNA ke dalam sel-sel sehingga dapat diregenerasi dengan efisiensi yang memuaskan (Sah *et al.* 2014). Eksplan yang digunakan pada penelitian transformasi ini berupa embrio muda padi. Embrio muda merupakan eksplan yang mempunyai kompetensi untuk diregenerasikan dan mempunyai efisiensi yang tinggi dalam transformasi tanaman (Hiei and Komari 2006; Hiei and Komari 2008). Transformasi konstruk gen telah dilakukan pada 6 genotipe padi Indonesia dengan menggunakan padi model Nipponbare sebagai kontrol untuk mengetahui efisiensi transformasi dan regenerasi dari genotipe padi-padi tersebut. Tahapan transformasi dengan metode Slamet Loedin *et al* (2014), meliputi tahap kokultivasi, resting, seleksi, pre-regenerasi, regenerasi, perakaran dan aklimatisasi.

Transformasi genetik padi

Hasil transformasi genetik dari 6 genotipe padi Indonesia disajikan pada Tabel 2. Seleksi kalus di media induksi kalus dengan penambahan higromisin selama tiga kali periode subkultur menghasilkan kalus yang tahan terhadap higromisin. Kalus yang tahan higromisin berwarna putih kekuningan dan yang tidak tahan berwarna hitam dan mati. Kalus tahan akan tetap berproliferasi di media seleksi tersebut. Persentase kalus yang tahan terhadap seleksi higromisin bervariasi antar genotipe yang digunakan. Persentase kalus tahan higromisin pada varietas padi model Nipponbare menunjukkan presentase ketahanan paling tinggi dibandingkan genotipe yang diuji yaitu sebesar 76.9%. Presentase kalus tahan higromisin menunjukkan perbedaan antara 6 genotipe yang digunakan. Diantara genotipe padi yang diuji, padi Fatmawati menunjukkan presentase tertinggi yaitu 65%, sedangkan terendah adalah padi Mekongga yaitu 20,5%. Kalus-kalus yang tahan seleksi higromisin kemudian ditransfer ke media pre-regenerasi dan regenerasi. Pada tahapan

ini, tidak semua kalus dapat diregenerasikan membentuk tunas transforman, hanya kalus yang bersifat embriogenik yang mampu membentuk tunas-tunas transforman yang tetap tahan pada media regenerasi dengan penambahan higromisin (Gambar 1). Efisiensi regenerasi dari 7 genotipe padi bervariasi berkisar antara 3.03%-32.3%. Efisiensi regenerasi berurutan dari nilai tertinggi adalah padi Situ Bagendit (38.5%), Situ Patenggang (33.1%), Fatmawati (32.3%), Inpari-6 (19.3%), Mekongga (12.2%), Sarinah (7.7%) dan Inpari-32 (3.03%). Eksplan yang digunakan pada penelitian transformasi ini berupa embrio muda padi. Embrio muda merupakan eksplan yang mempunyai kompetensi untuk diregenerasikan dan mempunyai efisiensi yang tinggi dalam transformasi tanaman (Hiei and Komari 2006; Hiei and Komari 2008). Transformasi konstruk gen telah dilakukan pada 6 genotipe padi Indonesia dengan menggunakan padi model Nipponbare sebagai kontrol untuk mengetahui efisiensi transformasi dan regenerasi dari genotipe padi-padi tersebut. Tahapan transformasi dengan metode Slamet Loedin *et al* (2014), meliputi tahap kokultivasi, resting, seleksi, pre-regenerasi, regenerasi, perakaran dan aklimatisasi.

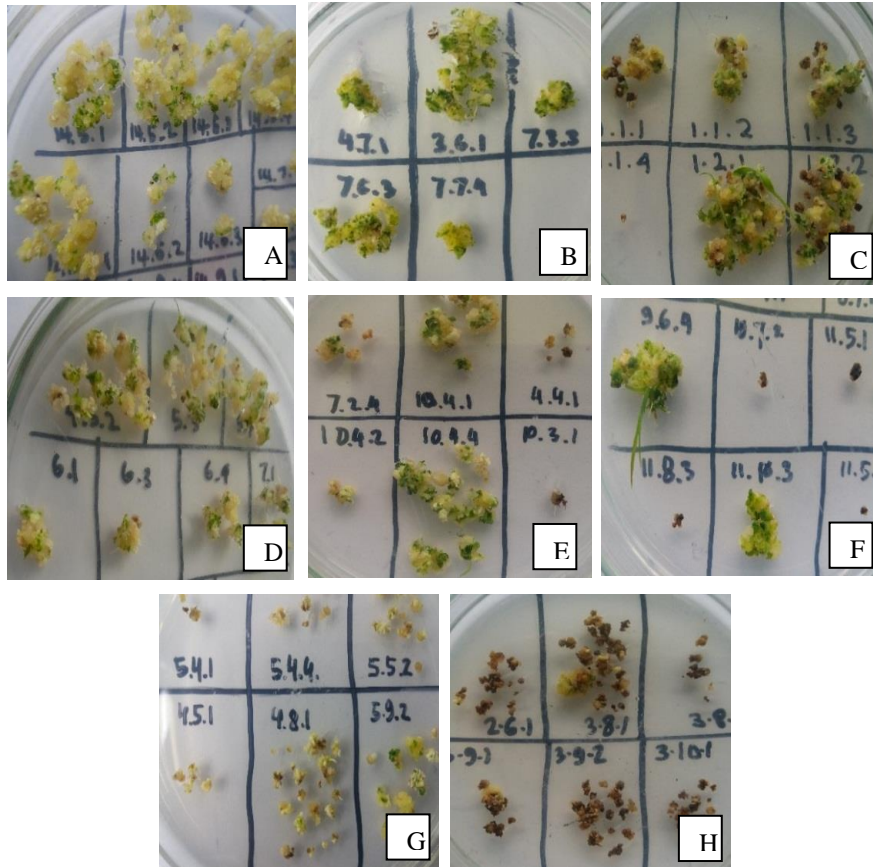
Tabel 2. Efisiensi transformasi dan regenerasi pada tujuh genotipe padi Indonesia

Genotipe padi	Jumlah EM (A)	Jumlah kalus hyg** (%) (B)	Jumlah kalus beregenerasi (C)	Efisiensi Regenerasi** (%) (%)	Jumlah galur positif PCR (%) (D)	Efisiensi Transformasi *** (%) (%)
Nipponbare	130	100 (76,9)	72	72	69 (95.8)	53.1
Fatmawati	200	130 (65)	42	32.3	39 (92.8)	19.5
Inpari6	110	57 (51.8)	11	19.3	11 (100)	10
Situ Patenggang	210	124 (59)	41	33.1	41 (100)	19.5
Situ Bagendit	140	39 (27.9)	15	38.5	15 (100)	10.7
Sarinah	140	39 (27.9)	3	7.7	3 (100)	2.1
Mekongga	200	41 (20.5)	5	12.2	5 (100)	2.5
Inpari32	130	33 (25.4)	1	3.03	1 (100)	0.8

Ket: EM = embrio muda padi, *kalus resisten terhadap antibiotik higromisin, **dihitung dari perbandingan antara jumlah galur independent dengan kalus hygR (C/B), *** dihitung dari perbandingan antara jumlah galur independent dengan jumlah EM yang ditransformasi (D/A)

Perbedaan respon regenerasi pada genotipe padi hasil transformasi diduga disebabkan karena adanya faktor genotipe. Ozawa *et al.* (2003) dan Gruszczyńska & Rakoczy-Trojanowska (2011) menyatakan bahwa frekuensi regenerasi pada tanaman bersifat tergantung genotipe dan interaksinya dengan kondisi kultur. Beberapa studi melaporkan bahwa

pada *Gramineae* terdapat gen yang diekspresikan secara spesifik pada kalus yang mempunyai kemampuan regenerasi yang baik (Jung *et al.* 1998). Studi pada embrio muda menunjukkan bahwa produksi kalus embriogenik dan regenerasi tanaman ditentukan oleh gen resesif, sedangkan berkurangnya kemampuan untuk menghasilkan kalus non embriogenik diduga diatur oleh gen dominan. Kurangnya respon regenerasi setidaknya dikontrol oleh dua gen yang berinteraksi (Rakoczy-Trojanowska dan Malepszy 1995).



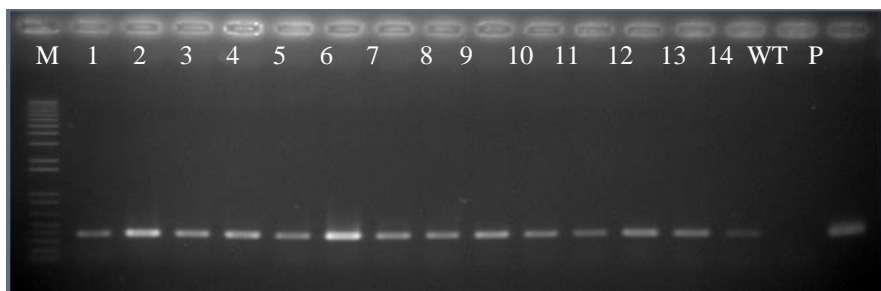
Gambar 1. Regenerasi kalus transforman di media pre-regenerasi A. kalus padi Nipponbare, B. kalus padi Situ Bangendit, C. kalus padi Situ Patenggang, D. kalus padi Fatmawati, E. kalus padi Inpari-6, F. kalus padi Mekongga, G. kalus padi Sarinah, dan H. kalus padi Inpari-32

Efisiensi transformasi pada tujuh genotipe padi juga menunjukkan nilai yang bervariasi diantara genotipe padi yang digunakan untuk transformasi. Nilai tertinggi adalah pada padi Fatmawati dan Situ

patenggang yang menunjukkan efisiensi transformasi sebesar 19.5 %, Situ Bagendit (10.7%), Inpari-6 (10 %), Mekongga (2.5 %), Sarinah (2 %) dan Inpari-32 (0.8 %). Sedangkan efisiensi regenerasi yang tertinggi adalah Situ Bagendit sebesar 38.5 %, Situ Patenggang (33.1 %), Fatmawati (32.3 %), Inpari-6 (19.3 %), Mekongga (12.2 %), Sarinah (7.7 %) dan Inpari-32 (3.03 %). Sedangkan padi model Nipponbare mempunyai nilai efisiensi transformasi sebesar 53.1%. Padi Nipponbare ini merupakan tanaman padi model yang digunakan untuk penelitian rekayasa genetika, karena mempunyai kemampuan regenerasi yang baik dan efisiensi transformasi yang tinggi (Ozawa *et al.* 2009).

Analisis PCR

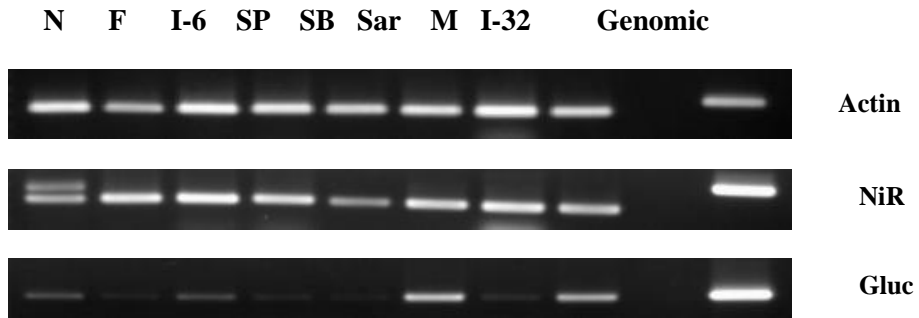
Konfirmasi keberadaan konstruk genetik dilakukan dengan teknik PCR menggunakan primer spesifik (Gambar 2). Hasil menunjukkan bahwa persentase galur yang positif PCR berkisar antara 92.8-100 %. Hal ini menunjukkan bahwa hampir semua galur independen yang dihasilkan dari proses transformasi mengandung konstruk genetik.



Gambar 2. Elektroforegram amplifikasi primer konstruk genetik pCAMBIA1300_ OsAnt1::HvAlaAT dari galur-galur tanaman padi putatif transgenik. Ket.: M = 1 kb ladder, 1-14 = galur putatif padi transgenik, WT = wild type dan P = kontrol plasmid

Analisis ekspresi gen NiR dan Gluc dengan semi kuantitatif PCR

Ekspresi gen yang terkait dengan kemampuan regenerasi pada tujuh genotipe padi Indonesia telah dilakukan dengan melihat pola ekspresi gen *NiR* dan *Gluc* secara semi kuantitatif dengan teknik reverse transkriptase PCR. Menurut beberapa laporan, kedua gen tersebut berkaitan dengan kemampuan regenerasi dan diekspresikan selama proses embriogenesis pada *Gramineae* (Ozawa *et al.* 2003) Pola ekspresi gen tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dengan menggunakan actin sebagai internal kontrol.



Gambar 3. Pola ekspresi gen *NiR* dan *Gluc* dari kalus umur 7 hari yang berasal dari embrio muda padi yang terkait dengan kemampuan regenerasi dari beberapa varietas padi secara semi kuantitatif. Ket. : N = Nippon bare, F = Fatmawati, I-6 = Inpari 6, SP = Situ Patenggang, SB = Situ Bagendit, Sar = Sarinah, M = Mekongga, I-32= Inpari 32

Pada penelitian Nishimura *et al* (2005), rendahnya level ekspresi gen *NiR* pada padi Koshihikari, menyebabkan rendahnya kemampuan regenerasinya dan dibuktikan dengan tingginya akumulasi nitrit pada media regenerasinya. Nitrit reductase akan mengkatalis nitrit menjadi ammonium yang digunakan pada metabolisme nitrogen. Nitrit mempunyai efek toksik terhadap pertumbuhan sel tanaman. Hasil penelitian pola ekspresi gen *NiR* pada tujuh genotipe padi yang diuji menunjukkan bahwa level ekspresi gen *NiR* pada semua genotipe menunjukkan level yang hampir sama (Gambar 2), tetapi hasil yang berbeda ditunjukkan pada padi Nipponbare yang mempunyai dua amplicon yang berbeda dengan genotipe lainnya. Ukuran kedua amplicon *NiR* adalah 369 bp dan 450 bp. Amplicon 450 bp hanya dihasilkan pada genotipe Nipponbare dan tidak dihasilkan pada genotipe lainnya dan diduga hal ini berkaitan dengan respon regenerasi tertinggi pada genotipe ini.

Pola ekspresi gen *Gluc* dapat dilihat pada gambar 3 yang menunjukkan bahwa ekspresi gen *Gluc* paling tinggi adalah pada genotipe Sarinah dan Inpari-32, namun jika dikaitkan dengan efisiensi regenerasi menunjukkan yang paling rendah diantara genotipe padi lainnya. Ekspresi gen *Gluc* pada padi Nipponbare hampir sama dengan Inpari-6. Pada padi genotipe lainnya yaitu Fatmawati, Situ patenggang, Situ Bagendit dan Mekongga juga menunjukkan level ekspresi yang hampir sama. Korelasi antara efisiensi regenerasi dengan tingginya ekspresi gen *Gluc* tampaknya tidak berkaitan. Menurut Ozawa *et al* (2003), gen ini diketahui terekspresi pada embrio muda yang sedang berkembang (7 hari setelah anthesis) dan pada kalus

padi dari genotipe yang mempunyai kemampuan regenerasi yang tinggi. Hal tersebut dibuktikan dengan mengintroduksi gen *Gluc* ke padi Koshihikari yang susah diregenerasikan menjadi mudah diregenerasikan.

Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengetahui apakah perbedaan respon genetik yang berbeda pada proses transformasi dan regenerasi dipengaruhi oleh ekspresi gen-gen yang berperan pada proses embryogenesis atau karena kurang optimalnya faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi proses transformasinya.

KESIMPULAN

Respon genotipe padi Indonesia terhadap transformasi genetik melalui *Agrobacterium tumefaciens* menunjukkan adanya variasi antar genotipe padi. Di antara genotipe yang diuji, Fatmawati dan Situ Patenggang merupakan genotipe yang paling efisien ditransformasi dengan efisiensi sebesar 19.5%. Sementara itu, genotipe padi yang mempunyai efisiensi transformasi paling rendah adalah Inpari-32 sebesar 0.8%.

Profil ekspresi gen NiR pada genotipe padi yang diuji menunjukkan level ekspresi yang sama antar genotipe, kecuali pada Nipponbare terdapat tambahan amplikon yang terkait dengan tingginya respon regenerasi. Sedangkan profil ekspresi gen *Gluc* menunjukkan level ekspresi yang berbeda antar genotipe, tetapi tidak terkait dengan kemampuan regenerasinya. Kaitan antar respon genetik dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi transformasi perlu diteliti lebih lanjut.

Informasi ini berguna sebagai acuan dan bahan pertimbangan dalam menentukan genotipe yang akan digunakan untuk penelitian rekayasa genetika padi di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Sdr. Heri Hersusatio (BB BIOGEN) atas bantuan teknis penelitian di Laboratorium Biologi Molekuler, BB BIOGEN.

DAFTAR PUSTAKA

- Dong, O.X & Ronald, P.C. (2021) Targeted DNA insertion in plants, *PNAS*, Vol. 118 No. 22 e2004834117
- Gruszczyńska, A & Rakoczy-Trojanowska, M. (2011) Expression analysis of somatic embryogenesis-related SERK, LEC1, VP1 and NiR orthologues in rye (*Secale cereale* L.), *Journal of Applied Genetics* 52:1–8, DOI

10.1007/s13353-010-0015-z

- Hiei, Y & Komari, T. (2006) Improved protocols for transformation of indica rice mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 85: 271-83.
- Hiei, Y & Komari, T. (2008). *Agrobacterium*-mediated transformation of rice using immature embryos or calli induced from mature seed, *Nature Protocol* 3 (5):824-834.
- Hoque, Md.E & Mansfield, J.W. (2004) Effect of genotype and explant age on callus induction and subsequent plant regeneration from root-derived callus of Indica rice genotypes. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 78 : 217-223.
- James, C. (2011) Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. ISAAA Brief No. 43. ISAAA: Ithaca,
- Jung, B, Pyo, J.H, Kim, W.S, Nam, B.H, Hwang, S.J, Hwang, B. (1998) Cloning of genes specifically expressed in rice embryogenic cells, *Mol. Cell* 28-8 (1), 62-67.
- Lee, K., Jeon, H., Kim, M. (2002). Optimization of mature embryo-based *in vitro* culture system for high-frequency somatic embryogenic callus induction and plant regeneration from Japonica rice cultivars, *Plant Cell Tiss. Org. Cult* 71: 237-244.
- Lin, Y.Z & Zhang, Q. (2005). Optimising the tissue culture conditions for high efficiency transformation of indica rice, *Plant Cell Rep* 23: 540-547.
- Nishimura, A., Ashikari, M., Lin, S., Takashi, T., Angeles, E.R., Yamamoto, T., Matsuoka, M. (2005) Isolation of rice regeneration quantitative trait loci gene and its application to transformation system. *Proc Natl Acad Sci* 102:11940–11944.
- Ozawa, K. (2009) Establishment of a high efficiency *Agrobacterium*-mediated transformation system of rice (*Oryza sativa* L.), *Plant Science* 176, 522–527.
- Ozawa, K., Kawahigashi H., Kayano, T., Ohkawa Y. (2003) Enhancement of regeneration of rice (*Oryza sativa* L.) calli by integration of the gene involved in regeneration ability of the callus, *Plant Science* 165, 395-402.
- Rakoczy-Trojanowska, M & Malepszy, S. (1995) Genetic factors influencing regeneration ability in rye (*Secale cereale* L.). II. Immature embryos. *Theor Appl Genet* 83:233–239.
- Rosenberg, E. (2017). *It's in Your DNA From discovery to structure, function and role in evolution, cancer and aging*. Chapter 10. Genetic Engineering. Elsevier Inc. 81-93
- Sabbadini, S., Capriotti, L., Molesini, B., Pandolfini, T., Navacchi, O.,

- Limera, C., Ricci, A & Mezzetti, B. (2019) Comparison of regeneration capacity and *Agrobacterium* mediated cell transformation efficiency of different cultivars and rootstocks of *Vitis spp.* via organogenesis, *Scientific Report*, 9:582 | DOI:10.1038/s41598-018-37335-7
- Sah, S.K., Kaur, A., Kaur, G., Cheema, G.S. (2014) Genetic Transformation of Rice: Problems, Progress and Prospects, *Rice Research* 3:1 1-10. <http://dx.doi.org/10.4172/2375-4338.1000132>
- Slamet-Loedin, I.H., Chadha-Mohanty, P., Torrizo, L. (2014) "*Agrobacterium* mediated transformation: Rice transformation. *In Cereal Genomic: Methods and Protocol. Methods in Molecular Biology*, Vol 1099 (Springer, New York, 2014), pp 261-271.
- Visarada, K.B.R.S., Sailaja, M., Sarma, N.P. (2002) Effect of callus induction media on morphology of embryogenic calluses in rice genotypes. *Biol. Planta* 45, 495-502.

Indeks Penulis

A

Agus P, 807
Ahmad A, 807
Ahmad D, 807
Ahmad FR, 807
Ahmad S, 807
Ahmad W, 807
Aida A, 807
Akhmad H, 807
Alberta DA, 807
Alfia AAA, 807
Ali H, 807
Ali I, 807
Amalia P, 807
Andari R, 807
Aniversari A, 807
Anora TB, 807
Aprizal Z, 807
Aqwin P, 807
Araz M, 808
Asadi, 22, 24, 75, 88, 90, 92, 135
Atmitri S, 808

B

Bahagiawati AH, 808
Bayu DPS, 808
Bayu S, 808
Budi S, 808

C

Cucu G, 808

D

Danang W, 808
Dani S, 808
Dede R, 808

Dedy RS, 808
Dela K, 808
Delima N, 808
Della S, 808
Devi R, 808
Didy S, 808
Dodin K, 808
Dwi MP, 808
Dwi NS, 808
Dwinita WU, 808

E

Edy L, 808
Endang GL, 808
Endrizal, 594, 601, 605, 808
Eni SR, 808
Eny IR, 808
Estria FP, 808

F

Fasha AM, 808
Fatimah, 160, 574, 809
Fiqy H, 809
Fitri W, 809

G

Gungun W, 809
Gustav IA, 809
Gustian, 553, 809

H

Hakim K, 809
Hamdan, 648, 649, 654, 804, 809
Hartinio NN, 809
Henti R, 809
Hermawati C, 567, 809

Higa A, 809
Himawan BA, 567, 809

I

I Made S, 809
I Made T, 809
Ifa M, 809
Ika RT, 809
Imas R, 809
Imelda M, 809
Indah S, 809
Indrastuti AR, 809
Irna A, 809

J

Jamaluddin, 101, 721, 809, 814
Joko P, 809
Julistia B, 605, 809
Jumakir, 594, 809

K

Karden M, 809
Komarudin, 796, 809
Kristantini, 64, 74, 809
Kristianto N, 810
Kristina D, 810
Kurniawan RT, 810
Kusumawaty K, 810

L

Lina H, 810
Ludy KK, 810

M

M Assagaf, 810
M Irfan HR, 810
Mariana S, 810
Mastur, 3, v, xx, 16, 24, 75, 158, 240,
270, 539, 810

Mawaddah, 362, 810
Mega W, 810
Melati, 122, 129, 130, 133, 607, 810,
814
Melissa S, 810
Mia K, 810
Minangsari D, 810
Muh. Fadhlán A, 810
Muh. KA, 810
Muhammad A, 810
Muhammad AS, 810
Muhammad S, 810
Muhammad T, 810
Mulyantoro, 353, 810
Musliar K, 810
Muzammil, 584, 810

N

Nanda PWB, 810
Nazly A, 810
Nisa RM, 810
Nur H, 810
Nur Laela WM, 810
Nursalam S, 810
Nurul H, 810
Nurwita D, 811
Nuryati, 506, 811

P

Prasetyorini, 15, 23, 811
Puji L, 811

R

R. Yayi MK, 811
Rafika Y, 811
Randy AS, 811
Reflinur, 160, 182, 258, 271, 342,
351, 811
Rerenstradika TT, 811
Rina HW, 811

Rita N, 811
Roni H, 811
Rossa Y, 811
Rusmana, 811

S

Samsinar, 182, 811
Sela Y, 811
Setyorini W, 811
Shafa WZ, 811
Sitawati, 392, 393, 402, 404, 405, 406,
811, 815
Siti Y, 811
Sitti FS, 811
Slamet, 134, 191, 211, 215, 216, 222,
319, 482, 811, 815
Soni S, 811
Sotha S, 811
Sri K, 811
Sri R, 811
Sri W, 811
Suci R, 811
Sugiono M, 811
Suharyanto, 584, 812
Sulastri, 691, 694, 703, 772, 812, 815
Sulastri I, 812
Sulastriningsih, 353, 812
Surya D, 812
Susianti, 812
Suskandari K, 812
Sustiprijatno, 3, xx, 270, 812

T

Taryono, 415, 812
Tatan K, 812
Teguh S, 812
Titin H, 812
Toto H, 812
Tri JS, 812

Tri W, 812
Try ZPH, 812

V

Vindri R, 812

W

Wartono, 338, 352, 657, 812, 815
Wawan, xx, 635, 680, 688, 812, 815
Wening E, 812
Widya S, 812
Wiguna R, 812
Winda N, 812
Winda Z, 567, 812

Y

Yamhuri T, 812
Yati S, 812
Yayat H, 812
Yulistiawati AJ, 812
Yusi NA, 812

Peserta Seminar

No.	Nama	Instansi
1.	Ahmad Dadang	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
2.	Ahmad Fadil Rizkiyantoro	PT. BISI International, Tbk
3.	Aida Ainurrachmah	Departemen Agronomi Universitas Gadjah Mada
4.	Alfia Annur Aini Azizi	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
5.	Ali Husni	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
6.	Andari Risliawati	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
7.	Aniversari Apriana	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
8.	Anora Tri Bahi	Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
9.	Aprizal Zainal	Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang
10.	Aqwin Polosoro	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
11.	Atmitri Sisharmini	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
12.	Danang Widhiarso	PT. BISI International, Tbk
13.	Dani Satyawan	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
14.	Dela Kartikasari	Universitas Pakuan Bogor
15.	Edy Listanto	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
16.	Endang Gati Lestari	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
17.	Estria Furry Pramudyawardani	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
18.	Fathur Rachman	Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
19.	Fiqy Hilmawan	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian

No.	Nama	Instansi
20.	Fitri Wulandari	(BPTP) Kalimantan Selatan Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains Terapan Universitas Suryakencana
21.	Hakim Kurniawan	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
22.	Higa Afza	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
23.	Indah Sofiana	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
24.	Irna Auliauzzakia	Universitas Gadjah Mada
25.	Jamaluddin	Program Studi Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor
26.	Julistia Bobihoe	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi
27.	Kristianto Nugroho	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
28.	Kusumawaty Kusumanegara	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
29.	Lina Herlina	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
30.	Lizza Fauziah Suroya	Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB
31.	Ludy Kartika Kristianto	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur
32.	Mariana Susilowati	Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
33.	Melati	Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
34.	Mira Dewi	Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB
35.	Muh Fadhlhan Akhyar	Program Studi Teknobiologi Fakultas Teknobiologi Universitas Teknologi Sumbawa
36.	Nanda Putri Winajanti Budiyanto	Universitas Pakuan Bogor
37.	Nur Hidayah	Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB
38.	Nurul Hidayatun	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

No.	Nama	Instansi
39.	Nurwita Dewi	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
40.	Rafika Yuniawati	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
41.	Rerenstradika Tizar Terryana	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
42.	Rina Hapsari Wening	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
43.	Roni Hidayat	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Maluku Utara
44.	Sela Yusuf	Institut Pertanian Bogor
45.	Setyorini Widayanti	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta
46.	Shafa Widad Zahrani	Universitas Jenderal Soedirman
47.	Sisilia Theresia	Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB
48.	Sitawati	Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
49.	Siti Yuriyah	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
50.	Slamet	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
51.	Sortha Simatupang	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Utara
52.	Sri Wahyuni	Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI
53.	Suci Rahayu	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
54.	Sulastri	Pusat Teknologi Produksi Pertanian, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
55.	Surya Diantina	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
56.	Suskandari Kartikaningrum	Balai Penelitian Tanaman Hias
57.	Tatan Kostaman	Balai Penelitian Ternak
58.	Titin Haryati	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
59.	Tri Wahyuni	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kepulauan Bangka Belitung
60.	Try Zulchi Prasetyo Hariyadi	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

No.	Nama	Instansi
61.	Vindri Rahmawati	Institut Pertanian Bogor
62.	Wartono	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
63.	Wawan	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
64.	Wening Enggarini	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
65.	Yati Supriati	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
66.	Yusi Nurmalita Andarini	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

Prosiding

Seminar Nasional Komisi Nasional Sumber Daya Genetik

Prosiding ini berisikan makalah-makalah yang dipresentasikan secara virtual dalam forum Seminar Nasional Komisi Nasional Sumber Daya Genetik tahun 2021 yang bertema “Peran Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik dalam Mendukung Pertanian Maju, Mandiri dan Modern”. Sejalan dengan kebijakan Kementerian Pertanian, seminar ini menyoroti potensi dan nilai penting sumber daya genetik (SDG) yang tersebar di wilayah Indonesia dan upaya perlindungannya baik secara fisik di bank gen maupun perlindungan hukum melalui berbagai aturan yang berlaku.

Makalah yang dipresentasikan dalam forum ini dikelompokkan dalam empat kelompok berdasarkan komoditas yang menjadi bahasannya diantaranya: ruang lingkup Bioteknologi dan SDG Tanaman Pangan, Bioteknologi dan SDG Tanaman Hortikultura, Bioteknologi dan SDG Tanaman Perkebunan, dan Hewan dan Organisme Lain.



**KOMISI NASIONAL
SUMBER DAYA GENETIK**

Jalan Tentara Pelajar 3A, Menteng, Bogor Barat
Kota Bogor, Jawa Barat – 16111
Telp/Faks: (0251) 8337975/8338820
e-mail: komisi.nasional.sdg@gmail.com

Bioteknologi dan
Sumber Daya Genetik

ISBN 978-979-8393-07-5



9 789798 393075