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

KOMISI NASIONAL
SUMBER DAYA GENETIK

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

Cetakan 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang
© Komisi Nasional Sumber Daya Genetik, 2021

Katalog dalam terbitan

SEMINAR NASIONAL KOMISI NASIONAL SUMBER DAYA GENETIK
(2021: Bogor)
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/Penyunting, Nurul Hidayatun [*et al.*]. -- Bogor: Komisi Nasional Sumber Daya Genetik, 2021.
xxvi + 813 hlm.; **ill; 25 cm**.

ISBN : 978-9798-3930-7-5

1. Bioteknologi 2. Pertanian
I. Judul II. Hidayatun, Nurul
III. Komisi Nasional Sumber Daya Genetik

dicetak oleh :
PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
Jl. Rajawali Gg. Elang 6 No.3, Drono, Sardonoharjo,
Kec. Ngaglik, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55581
Telp: (0274) 2836082
Email: cs@deepublish.co.id

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. Fadjry 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 denga 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 dalan 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 panita 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 megucapkan 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 saaat 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

Keragaman dan Pemetaan Distribusi Kerabat Liar Tanaman Budidaya (Crop Wild Relatives) di Indonesia untuk mendukung Konservasi dan Pemanfaatannya
Wiguna Rahman 3

Bioteknologi Menjadi Solusi dalam Menjawab Isu Penting Terkait Sumber Daya Genetik Pertanian

Ika Roostika Tambunan 4

Peningkatan Ekspor Produk Indikasi Geografis melalui Inovasi

Sugiono Moeljopawiro 5

MAKALAH PESERTA ~7

BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN PANGAN ~9

Keragaman Karakter Morfologi dan Agronomi Galur Mutan M2 Sorgum Varietas Suri 3

Dela Kartikasari, Endang Gati Lestari, Prasetyorini, Nanda PW Budiyanto 11

Evaluasi Keragaman Karakter Agronomi Tanaman Sorgum Varietas Suri 3 Hasil Iradiasi Sinar Gamma

Nanda P. W. Budiyanto, Endang Gati Lestari, Prasetyorini 20

Pengembangan Sistem Seleksi Kandidat Tetua Pemuliaan Kedelai dari Koleksi Sumber Daya Genetik Berbasis Genotip dan Fenotip

Dani Satyawan dan I Made Tasma 28

Keragaan Galur Harapan Padi Sawah Toleran Cekaman Suhu Rendah di Rejang Lebong, Bengkulu

Estria F Pramudyawardani, Ali Imamuddin, Cucu

Gunarsih, Hamdan, Yamhuri Te 45

Evaluasi Metode Skrining untuk Cekaman Kekeringan pada Aksesi Lokal Padi Gogo

Yusi Nurmalita Andarini, Andari Risliawati, Nurul Hidayatun, Hakim Kurniawan 53

Karakterisasi Morfologi Dua Kultivar Padi Ketan Lokal asal Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta

Setyorini Widyayanti dan Kristamtini 66

Keragaan Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotipe Kedelai Berbiji Besar dalam Kondisi Naungan

Nurwita Dewi, Asadi, Mastur, Try Zulchi P.H., Andari Risliawati 77

Hasil Polong Plasma Nutfah Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.) asal Pulau Jawa

Try Zulchi Prasetiyo Hariyadi, Muhammad Ace S, Dodin Koswanudin 89

Analisa Kandungan Pati dan Kadar Air pada Umbi Garut (Maranta arundinacea)

Surya Diantina*, Randy Arya Sanjaya, Kristina Dwiatmini, Dodin Koswanudin 96

Pembentukan Kalus Mutan Padi Sawah (Oryza sativa L.) Varietas Inpari 42 Agritan GSR Toleran NaCl

Nur Hidayah, Didy Sopandie, Rossa Yunita 104

Variabilitas Ketahanan Hawar Daun Bakteri (Xanthomonas oryzae pv. oryzae) pada Aksesi-Aksesi Padi Asia

Siti Yuriyah, Dwinita Wikan Utami, Karden Mulya 119

Monitoring Viabilitas Benih SDG Kacang Hijau di Bank Gen Pertanian Balitbangtan, BB Biogen

Andari Risliawati, Nurwita Dewi, Try Zulchi P. Hariyadi, Nurul Hidayatun 139

Mutasi Radiasi Kombinasi dengan Kultur In Vitro pada Kedelai Varietas Wilis, Grobogan dan Dering-1 untuk Meningkatkan Keragaman Genetik pada Mutan M2

Endang Gati Lestari dan Rossa Yunita 149

Sterilisasi dan Pemanjangan Tunas Talas Beneng (Xanthosoma undipes K. Koch) pada Kultur In Vitro

Suci Rahayu*, Surya Diantina, Ali Husni, Dodin Koswanudin, Muhamad Sabda, Reflinur, Fatimah 162

Keragaman Genetik 82 Aksesi Padi Liar (Oryza spp.) Menggunakan Marka Mikrosatelit dan Sequence Tagged Site (STS)

Shafa Widad Zahrani, Reflinur, Samsinar, Muh. Kifly Ashan 173

Keragaman Genetik Beberapa Aksesi Padi Rawa Berdasarkan Marka STS Spesifik Subspesies

Irna Auliauzzakia, Samsinar, Muh. Kifly Ashan, Reflinur 186

Observasi Fenotipik dan Stabilitas Genetik Mutasi Gen GA20ox-2 pada Padi Mutan CRISPR/Cas9 Turunan Inpari HDB

Aniversari Apriana, Atmitri Sisharmini, Tri Joko Santoso, Nuryati, Alberta Dinar Ambarwati, Reflinur, Toto Hadiarto, Sustiprijatno 194

Respon Genotipe Padi Indonesia terhadap Efisiensi Regenerasi dan Transformasi Genetik melalui Agrobacterium tumefaciens

Atmitri Sisharmini, Aniversari Apriana[1], Nuryati, Tri Joko Santoso dan Kurniawan Rudi Trijatmiko 209

Metode Skrining untuk Seleksi Ketahanan terhadap Cekaman Aluminum pada Tanaman Padi

Nurul Hidayatun dan Joko Prasetiyono 225

Ragam dan Ketersediaan Plasma Nutfah Ubi untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Pertanian Berkelanjutan

Nurul Hidayatun, Dodin Koswanudin, Mastur 242

Keragaman Genetik 30 Aksesi Kedelai Introduksi Berdasarkan Marka Single Nucleotide Amplified Polymorphism (SNAP)

Kristianto Nugroho, Della Suciyanti, Susianti, Rusmana, Puji Lestari 258

Analisis Keragaman Genetik Aksesi Ubi Jalar Lokal Menggunakan Marka Simple Sequence Repeat (SSR)

Hakim Kurniawan, Puji Lestari, Nurul Hidayatun, Kristianto Nugroho 274

Analisa Kandungan Pati 50 Aksesi Plasma Nutfah Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz.) Koleksi Bank Gen Balitbangtan

Higa Afza dan Kristina Dwiatmini 291

Evaluasi Beberapa Varietas Unggul Baru Padi terhadap Cekaman Anaerob Germination

Rina Hapsari Wening, Gustav Ibrahim Adam, Indrastuti Apri Rumanti 301

Deteksi Produk Rekayasa Genetika: Blind Test untuk Sampel Campuran Tepung

Aqwin Polosoro, Edy Listanto, Ahmad Dadang, Toto Hadiarto, Bahagiawati Amir Husin 310

Keragaan Agronomi F4 Kedelai Anjasmoro-IAC100 untuk Ketahanan terhadap Hama Pengisap Polong (Riptortus linearis Fabricius.)

Slamet, Ahmad Warsun, Wening Enggarini, Rerenstradika Tizar Terryana, Dani Satyawan, Dodin Koswanudin, I Made Tasma 321

BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN HORTIKULTURA ~335

Identifikasi 27 Varietas Cabai Menggunakan Beberapa Jenis Marka Molekuler dan Asosiasinya dengan Ketahanan Antraknosa

Rerenstradika Tizar Terryana, Amalia Prihaningsih, Kristianto Nugroho, Nazly Aswani, Ifa Manzila, Puji Lestari.....337

Uji Ketahanan Klon Kentang (Solanum tuberosum L.) Baru terhadap Hawar Daun Phytophthora

Danang Widhiarso, Sulastriningsih, Mulyantoro 355

Karakterisasi Morfologi dan Konservasi Anggrek Paphiopedilum sp.

Suskandari Kartikaningrum, Minangsari Dewanti, Sri Rianawati, Mawaddah, Mega Wegadara, Muhammad

Thamrin 364

Pemanfaatan Penanda SSR untuk Analisis Sidik Jari DNA Kentang (Solanum tuberosum L.)

Ahmad Fadil Rizkyantoro, Ahmad Afifuddin, Danang Widhiarso, Hartinio Natalia Nahampun, Mulyantoro 380

Peningkatan Produksi Tanaman Cabai Hias pada Sistem Pipa Vertikal melalui Komposisi Media Tanam dan Frekuensi Penyiraman

Sitawati dan M. Irfan H. R. 394

Optimasi Multiplikasi dan Elongasi Tunas In Vitro Pisang Tanduk (Grup AAB)

Alfia Annur Aini Azizi, Ika Roostika Tambunan, Yati Supriyati 409

Karakteristik Morfologi Aksesi Terung (Solanum sp.) Koleksi dari Beberapa Wilayah di Indonesia

Aida Ainurrachmah dan Taryono 417

Multiplikasi Tunas dan Pembentukan Umbi Mikro pada Bawang Merah Varietas Bima

Anora Tri Bahi[1], Agus Purwito, Mia Kosmiatin 429

Keberhasilan Okulasi Batang Bawah Japansche Citroen dengan Mata Tempel Jeruk Poliploid Hasil Pemuliaan In Vitro

Fitri Wulandari, Melissa Syamsiah, Widya Sari, Mia Kosmiatin 442

Deteksi Gen Tet pada Tanaman Kentang PRG Katahdin Event SP951 dan Hasil Persilangannya dengan PCR

Edy Listanto*, Eny Ida Riyanti, Alberta Dinar Ambarwati 458

Karakterisasi Morfo-Agronomi Tanaman Tomat Produk Rekayasa Genetik Tahan Tomato Yellow Leaf Curl Virus dan Cucumber Mosaic Virus

Kusumawaty Kusumanegara, Gungun Wiguna, A. Dinar Ambarwati, Toto Hadiarto, Tri Joko Santoso 471

Inventarisasi Tumbuhan Penunjang Tradisi Adat Batak Toba di Balige Kabupaten Toba Sumatera Utara

Sortha Simatupang, Imelda Marpaung, Delima Napitupulu, Dedy R. Siagian 486

Keragaan Agronomi Mutan Cabai Merah Besar Tahan Virus Kuning Hasil Pengeditan Genom

Wening Enggarini, Toto Hadiarto, Aqwin Polosoro, Tri Joko Santoso, Aniversari Apriana, Atmitri Sisharmini, Sri Koerniati, Alberta Dinar Ambarwati 499

Kajian Keanekaragaman Morfologi, Komposisi Proksimat, Karotenoid, dan Saponin Tiga Aksesi Ubi Jalar di Indonesia

Titin Haryati dan Muhammad Sabda.....510

Inventarisasi dan Koleksi Jenis-Jenis Anggrek di Beberapa Kawasan Konservasi di Kabupaten Pelalawan, Riau

Sri Wahyuni dan Dwi Murti Puspitaningtyas.....527

Pembentukan Embrio Somatik Bawang Putih (Allium sativum) untuk Mendukung Penyediaan Bibit Bermutu

Yati Supriati, Mastur, Ika Roostika 541

BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN PERKEBUNAN ~553

Aplikasi Thidiazuron secara In Vitro terhadap Multiplikasi Tunas Gambir (Uncaria gambir (Hunter) Roxb)

Aprizal Zainal, Gustian, Musliar Kasim.....555

Penampilan Kopi Liberika Bacan di Kebun Percobaan Bacan Kabupaten Halmahera Selatan Peningkatan Keragaman Morfologi Keladi Tikus (Typhonium flagelliforme Lodd.) melalui Iradiasi Sinar Gamma

Mariana Susilowati, Nursalam Sirait, Nur Laela Wahyuni Meilawati, Sitti Fatimah Syahid, Sri Wahyuni 576

Eksplorasi Dan Karakterisasi Tanaman Teh Tayu (Camellia sinensis L.) di Kabupaten Bangka Barat

Tri Wahyuni, Dede Rusmawan, Muzammil, Suharyanto 586

Upaya Pelestarian Sumber Daya Genetik Tebu Lokal Kerinci Melalui Perbaikan Teknologi Budidaya

Julistia Bobihoe, Araz Meilin, Jumakir, Endrizal 596

Pengaruh Pemangkasan dan Pengendalian Penyakit Mosaik Terhadap Pertumbuhan, Produksi Setek dan Intensitas Penyakit Nilam

Melati, Devi Rusmin, Rita Noveriza 609

Studi Kekerabatan Kelapa Genjah Menggunakan Marka Simple Sequence Repeat

Ahmad Dadang, Joko Prasetiyono, Budi Santoso 623

HEWAN DAN ORGANISME LAIN ~635

Monitoring Populasi Hama Cylas formicarius dengan Perangkap Feromon pada Lahan Budidaya Ubi Jalar

Wawan, I Made Samudra, Muhammad Sabda, Rafika Yuniawati 637

Itik Alabio Plasma Nutfah Kalimantan Selatan: Potensi, Permasalahan, dan Upaya Pelestariannya

Fiqy Hilmawan, Ahmad Subhan, Akhmad Hamdan, Muhammad Amin, Eni Siti Rohaeni 645

Karakter Mikromorfologi dan Patogenisitas Phakopsora pachyrhizi Syd. Isolat Asal Cikeumeuh, Bogor Terhadap Dua Belas Genotipe Kedelai

Wartono dan I Made Tasma 659

Kemampuan Antagonis Bakteri Lipolitik asal Tanah terhadap Ganoderma

Indah Sofiana, Dwi Ningsih Susilowati, Karden Mulya 668

Biologi Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada Pakan Buatan

Rafika Yuniawati, Wawan, I Made Samudra 682

Potensi Pembentukan Alfalfa (Medicago sativa) Toleran Kering Melalui Induksi Mutasi Iradiasi Sinar UV-C dan Seleksi Variasi Somaklonal

Sulastri, Henti Rosdayanti, Winda Nawfetrias 693

Pengkajian Pengembangan Kerbau Krayan sebagai Sumber Daya Genetik Lokal Mendukung Ketahanan Pangan dan Ekspor

Ludy K. Kristianto 706

Isolasi dan Identifikasi Molekuler Khamir yang Berkemampuan Memfermentasi Xilosa untuk Produksi Bioetanol Generasi Kedua

Jamaluddin, Nisa Rachmania Mubarik, Edy Listanto, Eny Ida Riyanti 723

Optimasi Fermentasi Nira Sorgum untuk Produksi Etanol dengan Menggunakan Isolat Yeast Saccharomyces cerevisiae DBY-1

Muh. Fadhlan Akhyar, Edy Listanto, Rafika Yuniawati, Eny Ida Riyanti 738

Karakterisasi Molekuler Helicoverpa armigera Nucleopolyhedrovirus (HearNPV) Menggunakan Sekuen DNA Polimerase

Sela Yusuf, R. Yayi Munara Kusumah, Ifa Manzila.....750

Pengaruh Modifikasi Pakan Formula terhadap Aspek Biologi Ngengat Lilin Galleria mellonella (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)

Vindri Rahmawati, Teguh Santoso, Ifa Manzila 762

Inisiasi dan Multiplikasi Tunas Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) secara In Vitro pada Konsentrasi IBA Berbeda

Ali Husni, Fasha Algifari Muslim, Sulastri Isminingsih, Imas Rohmawati 774

Efektivitas Parasitoid Anisopteromalus calandrae (Howard, 1881) (Hymenoptera: Pteromalidae) sebagai Agen Biokontrol terhadap Sitophilus oryzae pada Media Jagung

Lina Herlina.....786

Perbandingan Morfometrik Ayam Cemani Berdasarkan Perbedaan Tempat Konservasi

Tatan Kostaman, Soni Sopiyana, 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 pengelolaannya. 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 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 bebergapa 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 aksesi 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 Aluminum 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 aksesi 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 aksesi-aksesi dengan karakter jumlah polong yang cukup tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai sumber gen untuk pengembangan varietas produksi tinggi. Pada komoditas kacang hijau, monitoring viabilitas aksesi 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 karekternya.

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 aksesi ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) lokal menunjukkan bahwa komoditas ubi jalar lokal Indonesia terbagai 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 aksesi lokal ubi jalar Indonesia menunjukkan bahwa setiap aksesi memiliki karakter genotip yang unik dan khas. Pada komoditas ubi kayu, analisa kandungan pati telah mengidentifikasi aksesi-aksesi 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 kultir *in-vitro*. Pada komoditas aneka ubi minor, studi mengenai kandungan pati dan kadar air pada ubi Garut (*Maranta arundinacea*) telah mengidentifikasi aksesi-aksesi dengan kandungan kadar pati yang tinggi dan potensial untuk dikembangkan sebagai aksesi 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 aksesi 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 b eh 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 terung, 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 diperol 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 Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) secara *in vitro* menemukan konsenterasi 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.

BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN HORTIKULTURA

Identifikasi 27 Varietas Cabai Menggunakan Beberapa Jenis Marka Molekuler dan Asosiasinya dengan Ketahanan Antraknosa

(Identification of 27 Chili Pepper Varieties Using Several Types of Molecular Markers and Their Association With Anthracnose Resistance)

Rerenstradika Tizar Terryana[1], Amalia Prihaningsih[1], Kristianto Nugroho[1], Nazly Aswani[2], Ifa Manzila[1], Puji Lestari[3]

[1]*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB-Biogen) Jalan Tentara pelajar 3A Bogor 16111*
[2]*Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 512, Lembang 40391, Jawa Barat,*
[3]*Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jl. Raya 9, Tromol Pos 11, Cikampek, Subang 41256, Jawa Barat, Indonesia*
rerenstradika@gmail.com

ABSTRACT

Chilli is a strategic horticultural commodity in Indonesia with high economic value and needs improvement for anthracnose resistance. Molecular markers availability has increased the development of DNA fingerprinting technology for various objectives, i.e. genetic diversity, varietal identification, and assisting selection stage in plant breeding. This study aimed to identify commercial varieties of chilli in Indonesia using several types of PCR-based molecular markers and their association with anthracnose resistance. A total of 27 chilli varieties consisting of into two species groups (*Capsicum annuum* L. and *C. frutescent* L.) were genotyped using 12 molecular markers (8 SNAP (single nucleotide amplified polymorphisms), 2 RAPD (random amplified polymorphic DNA), 1 INDEL (insertions-deletions), and 1 SSR (simple sequence repeats)). Varietal resistance to anthracnose was also tested in vitro using *Colletotrichum capsici* isolate. The results showed an average polymorphism information content (PIC) value of 0.24 (0.07-0.71). Based on phylogenetic analysis, 27 chilli varieties were divided into two main groups with different genetic similarity coefficients depending on the type of molecular markers. Three sets of molecular markers, which are 8 SNAP markers, a combination of 4 markers (2 RAPD, 1 INDEL, and 1 SSR), and all of the molecular markers used, can clearly distinguish chilli varieties but at different cut points, 0.78, 0, 60 and 0.67, respectively. The combined 4 types of molecular markers showed the highest genetic differentiation value for chilli varieties used.

Importantly, OPE18 was significantly associated with resistance to anthracnose, which is promising to assist the selection process in chilli breeding after further assay.
Key words: Anthracnose, chilli pepper, molecular marker

ABSTRAK

Cabai merupakan komoditas hortikultura strategis di Indonesia bernilai ekonomi tinggi dan perlu dikembangkan terkait ketahanannya terhadap penyakit antraknosa. Ketersediaan marka molekuler telah meningkatkan pengembangan teknologi sidik jari DNA untuk berbagai tujuan terutama keragaman genetik dan identifikasi varietas serta membantu proses seleksi dalam pemuliaan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi varietas komersial cabai di Indonesia menggunakan beberapa jenis marka molekuler berbasis PCR dan asosiasinya dengan ketahanan terhadap antraknosa. Sebanyak 27 varietas cabai yang terbagi atas dua kelompok spesies (*Capsicum annuum* L. dan *C. frutescent* L.) dianalisis genotipiknya menggunakan 12 marka molekuler terdiri dari 8 SNAP (*single nucleotide amplified polymorphisms*), 2 RAPD (*random amplified polymorphic* DNA), 1 INDEL (insersi-delesi), dan 1 SSR (*simple sequence repeats*). Ketahanan varietas terhadap penyakit antraknosa juga diuji secara *in vitro* menggunakan isolat *Colletotrichum capsici*. Hasil analisis polimorfisme seluruh marka yang digunakan menunjukkan rerata nilai *polymorphism information content* (*PIC*) sebesar 0,24 (0,07-0,71). Berdasarkan analisis filogenetik, 27 varietas cabai terbagi menjadi dua kelompok utama dengan nilai koefisien kesamaan genetik yang berbeda tergantung pada jenis marka molekuler. Tiga set marka molekuler yaitu 8 marka SNAP, gabungan 4 marka (2 RAPD, 1 INDEL, dan 1 SSR), serta seluruh marka molekuler yang digunakan, dapat secara jelas membedakan varietas cabai namun pada titik potong yang berbeda yaitu 0,78, 0,60 dan 0,67. Dendrogram menunjukkan jika set gabungan 4 marka memiliki nilai diferensiasi genetik tertinggi untuk varietas cabai yang digunakan. Selain itu marka OPE18 diketahui berasosiasi secara signifikan dengan ketahanan terhadap antraknosa, sehingga berpotensi membantu tahap seleksi pada pemuliaan cabai setelah diuji lebih lanjut.
Kata kunci: Antraknos, cabai, marka molekuler

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum* sp.) merupakan komoditas hortikultura unggulan strategis di Indonesia dengan wilayah sebaran budidaya yang sangat luas. Cabai besar maupun cabai rawit memiliki rasa, aroma dan warna yang khas, serta dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun olahan sehingga

banyak dimanfaatkan tidak hanya sebagai rempah namun juga bahan baku industri dan obat tradisional (Djarwaningsih 2005; Lasmiana *et al*. 2016). Produksi cabai nasional pada tahun 2020 mencapai 12,5 ton/ha untuk cabai besar dan 15 ton/ha untuk cabai rawit (BPS 2020). Oleh karena itu sebenarnya Indonesia surplus produksi cabai, namun terjadinya fluktuasi produksi sepanjang tahun telah menyebabkan terjadinya lonjakan harga yang berimbas inflasi. Fluktuasi harga cabai diketahui berkorelasi positif dengan tingginya curah hujan yang merupakan salah satu faktor penyebab peningkatan serangan organisme pengganggu tanaman yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya penurunan produksi (Anwarudin *et al*. 2015).

Antraknos merupakan salah satu penyakit utama tanaman cabai yang disebabkan oleh genus cendawan patogen *Colletotrichum* sp. yang dapat menurunkan kuantitas dan kualitas produksi cabai secara signifikan hingga 45-60% (Suryotomo 2006; Palupi *et al*. 2015). Adapun spesies *C. capsici*, *C. gleosporioides*, dan *C. acutatum* teridentifikasi seringkali menginfeksi tanaman cabai di Indonesia (De Silva *et al*. 2017; Widodo dan Hidayat 2018). Infeksi cendawan pada tanaman dewasa dapat menyebabkan mati pucuk (*dieback*) kemudian diikuti dengan gejala infeksi lanjut berupa lesi cekung melingkar berwarna hitam pada buah cabai yang selanjutnya akan berkembang menjadi busuk lunak dan mengeringnya seluruh bagian buah. Cendawan patogen tersebut juga dapat menyerang pada tahap pasca panen buah cabai, sehingga akan merusak kualitas dan kuantitas hasil panen buah cabai (Hidayat *et al*. 2004; Kirana *et al*. 2014)

Perakitan varietas unggul cabai berdaya hasil tinggi dan tahan antraknosa dapat menjadi salah satu solusi pemecahan masalah fluktuasi produksi akibat serangan penyakit antraknosa (Chowdhury *et al*. 2020; Kirana *et al*. 2014; Ridzuan *et al*. 2018). Adapun kegiatan perakitan varietas unggul dalam program pemuliaan tanaman diawali tahap koleksi dan karakterisasi atau identifikasi plasma nutfah. Melalui kegiatan identifikasi, sifat unggul plasma nutfah dapat diketahui sehingga selanjutnya dapat diperoleh varietas yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut. Kegiatan identifikasi varietas selama ini lebih banyak didasarkan pada karakter morfologi yang membutuhkan observasi cukup intensif namun seringkali sulit untuk membedakan varietas dengan tingkat kekerabatan dekat, sehingga hasil identifikasi cenderung bersifat subjektif (Saptadi *et al*. 2017). Oleh karena itu, diperlukan metode identifikasi varietas yang bersifat lebih objektif, stabil serta presisi tinggi guna melengkapi hasil identifikasi berdasarkan karakter morfologi (Mimura *et al*. 2012).

Identifikasi varietas menggunakan teknologi marka molekuler berbasis PCR merupakan salah satu pendekatan yang efisien dan efektif

guna melengkapi identifikasi berdasarkan karakter morfologi karena bersifat lebih akurat serta tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuh (Lestari *et al*. 2012; Risliawati *et al*. 2016). Marka molekuler juga telah banyak digunakan untuk analisis keragaman genetik dengan presisi tinggi serta pengembangan teknologi sidik jari DNA guna mengidentifikasi varietas (Ribeiro *et al*. 2013; Risliawati *et al*. 2015; Lestari *et al*. 2016; Akzad *et al*. 2021). Beberapa jenis marka molekuler berbasis PCR antara lain *restriction fragment length polymorphism* (RFLP), *random amplified polymorphism DNA* (RAPD), *single sequence repeat* (SSR), amplified *fragment length polymorphism* (AFLP), sequence-tagged site (STS), *sequence characterized amplified region* (SCAR), *single nucleotide polymorphism* (SNP) dan *single nucleotide amplified polymorphism* (SNAP) telah digunakan untuk beberapa penelitian terkait analisis keragaman genetik dan identifikasi varietas cabai (Sun *et al*. 2016; Ridzuan *et al*. 2018; Nugroho *et al*. 2019; Wartono *et al*. 2019; Terryana *et al*. 2020). Tujuan penelitian ini ialah mengidentifikasi varietas komersial cabai di Indonesia dengan menggunakan beberapa jenis marka molekuler berbasis PCR, serta asosiasinya dengan ketahanan terhadap antraknosa. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk mengidentifikasi varietas cabai serta marka molekuler yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam program pemuliaan cabai berdasarkan latar belakang genetik dan khususnya karakter ketahanan terhadap penyakit antraknosa.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pacet, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat dan di Laboratorium Biologi Molekuler, Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB Biogen) pada tahun 2020. Materi genetik yang digunakan antara lain 27 varietas komersial cabai yang terbagi dalam dua kelompok spesies yaitu *Capsicum annuum* L. sebanyak 14 varietas serta *C. frustecens* L. sebanyak 13 varietas (Tabel 1). Adapun sebanyak 12 marka molekuler yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 8 *single nucleotide amplified polymorphism* (SNAP), 2 *random amplified polymorphic DNA* (RAPD), 1 *insertion-deletion* (INDEL), dan 1 *simple sequence repeat* (SSR) (Tabel 2).

Tabel 1. Varietas komersial cabai yang digunakan pada penelitian

No	Varietas	Spesies	Bentuk Buah	No	Varietas	Spesies	Bentuk Buah
1	Kencana	*C. annuum* L.	Keriting	15	Merapi	*C. frustecens* L.	Rawit
2	Lingga	*C. annuum* L.	Besar	16	Seta Super	*C. frustecens* L.	Rawit
3	Branang	*C. annuum* L.	Besar	17	Laskar	*C. frustecens* L.	Rawit

No	Varietas	Spesies	Bentuk Buah	No	Varietas	Spesies	Bentuk Buah
4	Perisai	*C. annuum* L.	Besar	18	Rama	*C. frustecens* L.	Rawit
5	Lembang	*C. annuum* L.	Keriting	19	Canon	*C. frustecens* L.	Rawit
6	Sempurna	*C. annuum* L.	Keriting	20	Catas	*C. frustecens* L.	Rawit
7	Hellboy	*C. annuum* L.	Keriting	21	Taringe	*C. frustecens* L.	Rawit
8	Vitra	*C. annuum* L.	Keriting	22	Segana	*C. frustecens* L.	Rawit
9	Tanjung-2	*C. annuum* L.	Besar	23	Sonar	*C. frustecens* L.	Rawit
10	Gelora	*C. annuum* L.	Besar	24	Kerinci	*C. frustecens* L.	Rawit
11	Bali77	*C. annuum* L.	Besar	25	Raya	*C. frustecens* L.	Rawit
12	Landung	*C. annuum* L.	Besar	26	Prima Agrihorti	*C. frustecens* L.	Rawit
13	Peperone Corno Di Toro Giallo	*C. annuum* L.	Besar	27	Tripang	*C. frustecens* L.	Rawit
14	Andalas	*C. annuum* L.	Keriting				

Tabel 2. Marka molekuler yang digunakan pada penelitian

Marka	Sekuen (5′ –> 3′)	Tipe	Referensi
CaSNAP3421	F: TATTCAATATTAGGTGAAATGCTCTAGTTGCTCACG R: GGCATTATTCTTAATGCCATTCCACATAACTAAAAA	SNAP	(PGPI 2020)
CaSNAP4829	F: TTTATATTGCCTTACCTATCATTCCTTCACTCTAGC R: TACGCCGAATGGTTGGACTCGCTATA	SNAP	(PGPI 2020)
CaSNAP5962	F: GATCAAATAATGTCATCGGACATGCTCG R: CTGATTTGCGTTTAACTTTGAGAATCCATTTGT	SNAP	(PGPI 2020)
CaSNAP1679	F: TCTGCTGATACCTATTTACCATACTTATTGAAGACA R: AAAAACATACGGTTACTGATGGCGGATAGG	SNAP	(PGPI 2020)
CaSNAP5132	F: AAGTTTGAAATATAGCTTATGCATGCGGGTG R: GAAACTCACCTAAGATATACTATTGACTCCCCCGAT	SNAP	(PGPI 2020)
CaSNAP3151	F: TTTAATTTTCAAATATCATTGTTCACTTCGAAAACG R: TCCTTCTTAATCACGAAATCAACCCACTTTCT	SNAP	(PGPI 2020)
CaSNAP0181	F: GAAATGCTGAAATAAGTAGCAATAAGAAGCAAAATG R: TTTAAAGCCTTGAGATAAAAGCATATGTTCTGGAAG	SNAP	(PGPI 2020)
CaSNAP2961	F: GAGGCATTGGTGCCTAATCAGGGATCCTGCTTGTCTGCCCCTCAAAATAGAA	SNAP	(PGPI 2020)

Marka	Sekuen (5′ –> 3′)	Tipe	Referensi
OPE18	R: CCTGCTTGTCTGCCCCTCAAAATAGAA GGACTGCAGA	RAPD	(Torres *et al*. 2012)
OPD056	TGAGCGGACA	RAPD	(Torres *et al*. 2012)
IndelAntr	F: TTTGCGGTAGTGACAACAACTTTACAG CCA R: GGTATCTTATTTCATAGGGACCAGGCA	INDEL	(Torres *et al*. 2012)
CAMS390	F: CTGTTCTCCTCCCTCCCTCT R: TGAAGCAAGAAACTGAACAATCA	SSR	(Minamiyama *et al*. 2006)

DNA genomik varietas cabai diekstraksi dari 0,5 g potongan daun muda yang sehat dengan prosedur ekstraksi DNA mengacu pada metode Doyle dan Doyle (1991) yang dimodifikasi dengan penambahan *polyvinyl pyrrolidone* (PVP) 2% (w/v). Pelet DNA yang diperoleh selanjutnya dicuci dengan larutan etanol 70% dan dikeringkan dengan *SpeedVac™ Concentrator* (Thermo Fisher Scientific, USA) pada tingkat pengeringan medium. Pelet DNA kemudian dilarutkan dalam 100 µl TE (Tris 10 mM [pH 8,0] dan EDTA 1 mM) dan ditambahkan 2 µl RNAse (10 mg/ml). Larutan stok DNA selanjutnya diuji secara kuantitatif dengan *NanoDrop™ Spectrophotometer V1.0* (Thermo Fisher Scientific, USA), dan kualitatif dengan elektroforesis pada gel agarosa 1% dalam tangki berisi bufer *Tris-acetate-EDTA* (TAE) 1x pada tegangan 90 volt selama 30 menit. Hasil elektroforesis selanjutnya divisualisasikan dengan *UV Transilluminator* (UVP, UK).

DNA yang diperoleh pada setiap varietas selanjutnya dianalisis PCR dengan menggunakan 12 marka molekuler yang terdiri dari 8 SNAP, 2 RAPD, 1 INDEL, dan 1 SSR. DNA setiap varietas diamplifikasi pada total volume reaksi 10 µl yang mengandung *template* DNA 10 ng sebanyak 1 µl, 2xMyTaq HS (Bioline, UK) sebanyak 5 µl, 3µl ddH_2O steril, 10 µM primer *forward* dan *reverse* masing-masing sebanyak 0,5 µl kecuali primer RAPD yaitu sebanyak 1 µl. Reaksi PCR kemudian dilakukan pada mesin PCR *T1 Thermocycler* (Biometra, Jerman) dengan profil PCR yang berbeda untuk setiap jenis marka molekuler. Hasil PCR selanjutnya dianalisis lebih lanjut dengan teknik elektroforesis pada gel agarosa 1,5% untuk marka SNAP, gel agarosa 2% untuk marka RAPD, dan gel poliakrilamida 6% untuk marka SSR dan INDEL. Hasil elektroforesis selanjutnya divisualisasikan dengan *UV Transilluminator* (UVP, UK).

Data hasil visualisasi selanjutnya dianalisis dengan metode skoring pada pita DNA yang muncul dari hasil elektroforesis dengan bantuan perangkat lunak *Gel Analyzer*. Setiap pita yang terlihat pada gel dianggap sebagai satu alel, dan pita DNA dengan laju pergerakan yang sama diasumsikan merupakan lokus yang sama. Pada laju yang sama, setiap pita

yang terlihat diberi skor 1 sedangkan pita yang tidak tampak diberi skor 0 sehingga hasil dari skoring berupa data biner. Data hasil skoring selanjutnya dianalisis dengan menggunakan program *Sequential Agglomerative Hierarchial and Nested* (SAHN)-UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic*) pada perangkat lunak *NTSYS-pc* versi 2.1 (Rohlf 2000). Hasil analisis disajikan dalam bentuk dendogram. Selanjutnya data biner yang diperoleh juga dianalisis menggunakan perangkat lunak PowerMarker 3.25 (Liu and Muse 2005) guna mengetahui nilai frekuensi alel utama, diversitas genetik, heterozigositas serta nilai *polymorphic information content* (PIC) yang dihasilkan oleh marka molekuler yang digunakan.

Uji ketahanan terhadap antraknosa dilakukan dengan menggunakan inokulasi buatan dengan isolat *Colletotrichum capsici* koleksi BB Biogen pada buah cabai segar yang sudah masak panen dan berwarna merah. Inokulasi isolat dilakukan dengan menginjeksikan isolat *C. capsici* kedalam buah cabai berwarna merah yang segar menggunakan jarum aseptik. Inokulasi dilakukan pada lima buah dari setiap varietas cabai. Selanjutnya inokulum *C. capsici* dengan konsentrasi 106 spora/ml ddH_2O disemprotkan pada bagian buah cabai yang telah terinjeksi dengan menggunakan handsprayer, kemudian buah cabai tersebut ditempatkan pada ruang lembab dengan suhu ruang. Gejala antraknosa diamati berdasarkan diameter lesi (mm) pada buah. Berdasarkan asumsi jika lesi yang terbentuk berbentuk lingkaran, maka dilakukan perhitungan ukuran lesi (mm^2) menggunakan rumus luas lingkaran yaitu ¼ πd^2, dimana π = 3,14 dan d = diameter lesi (mm).

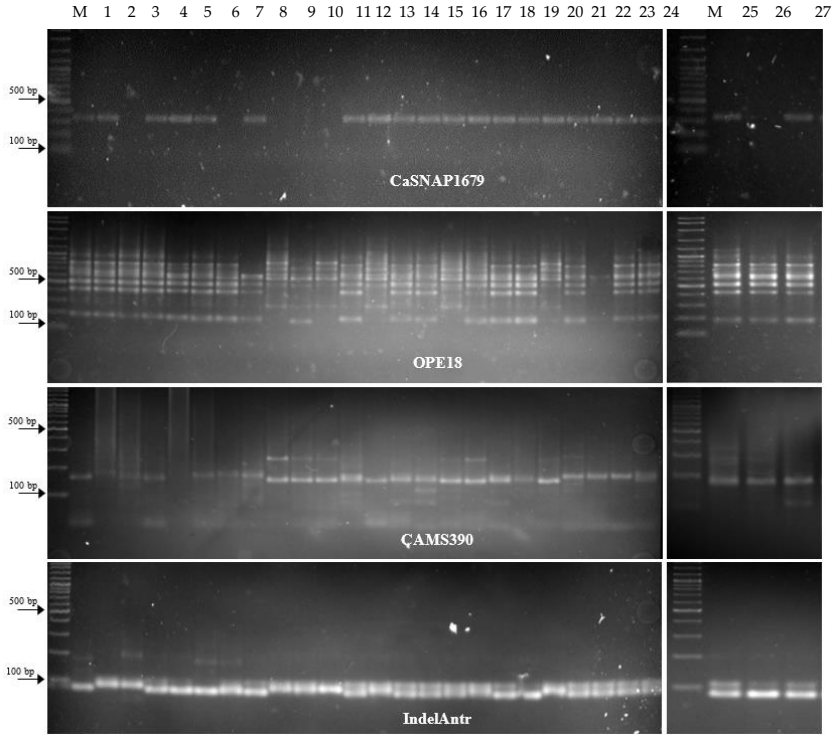
Data hasil analisis menggunakan marka molekuler yang diperoleh selanjutnya diasosiasikan dengan data hasil uji ketahanan terhadap antraknosa menggunakan prosedur *general linear model* (GLM) pada program Tassel 5.0 (Bradbury et al. 2007). Lokus dan alel yang diperoleh dengan nilai *P* marka molekuler yang signifikan pada taraf 5% ($P<0,05$) diasumsikan berasosiasi dengan karakter ketahanan buah cabai terhadap antraknosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Marka Molekuler

Marka molekuler yang digunakan baik SNAP, RAPD, INDEL dan SSR dapat menunjukkan polimorfisme pada seluruh varietas cabai yang digunakan (Gambar 1). Berdasarkan ringkasan statistik analisis polimorfisme yang dihasilkan oleh 8 marka SNAP, 2 marka RAPD, 1 marka INDEL dan 1 marka SSR yang digunakan, terdeteksi sebanyak 44 alel pada total marka dengan kisaran 1-2 alel per lokus pada marka SNAP, 11-16 alel

per lokus pada marka RAPD, 3 alel per lokus pada marka INDEL serta 3 alel per lokus pada marka SSR (Tabel 1). Perbedaan jumlah alel yang diperoleh berkaitan dengan perbedaan jenis marka yang digunakan. Marka RAPD bersifat kodominan yang mana hanya dapat mengungkap alel dominan pada lokus yang sama, sedangkan SNAP, INDEL dan SSR bersifat kodominan yang dapat mengidentifikasi seluruh alel yang ada pada suatu lokus tertentu (Reflinur dan Lestari 2015; Purnomo dan Ferniah 2018).



Gambar 1. Contoh pola pita produk PCR pada marka SNAP, RAPD, SSR dan INDEL. DNA genomik 27 varietas cabai yang dielektroforesis pada gel agarose 1,5% (CaSNAP1679), gel agarose 2% (OPE18) dan gel poliakrilamida 6% (CAMS390 dan IndelAntr). M = 100 bp ladder DNA, 1-27 = varietas cabai dengan urutan sesuai urutan varietas cabai pada Tabel 1

Berdasarkan analisis statistik karakter marka molekuler pada Tabel 3, frekuensi alel utama rata-rata yang diperoleh seluruh marka sebesar 83% dengan nilai tertinggi sebesar 100% (CaSNAP3421, CaSNAP5962, CaSNAP5132, CaSNAP0181 dan CaSNAP2961) dan nilai terendah 44% (IndelAntr). Seluruh marka SNAP tidak dapat menghasilkan alel heterozigot karena hanya dapat mendeteksi satu alel individu dalam suatu

populasi. Sementara marka RAPD, INDEL dan SSR mampu mendiskriminasi alel heterozigot pada seluruh varietas yang digunakan dengan nilai heterozigositas berkisar antara 0,44 (IndelAntr) dan 0,63 (CAMS390). Nilai heterozigositas menunjukkan peluang marka yang digunakan untuk mendiskriminasi dua alel acak yang dipilih dalam suatu populasi. Semakin tinggi nilai heterozigositas, maka sebagian besar sampel uji bersifat heterozigot yang menggambarkan adanya keragaman dalam suatu populasi (Chaerani *et al*. 2011). Semakin tinggi tingkat heterozigositas, maka semakin tinggi pula kemampuan marka dalam membedakan antargenotipe secara genetik (Maranho *et al*. 2014).

Tabel 3. Karakteristik statistik marka molekuler hasil analisis 27 varietas cabai

Marka	Tipe marka	Jumlah alel	Frekuensi alel utama	Diversitas genetik	Heterozigositas	PIC
CaSNAP3421	SNAP	1	1,00	0,00	0,00	0,00
CaSNAP4829	SNAP	2	0,96	0,07	0,00	0,07
CaSNAP5962	SNAP	1	1,00	0,00	0,00	0,00
CaSNAP1679	SNAP	2	0,78	0,35	0,00	0,29
CaSNAP5132	SNAP	1	1,00	0,00	0,00	0,00
CaSNAP3151	SNAP	2	0,93	0,14	0,00	0,13
CaSNAP0181	SNAP	1	1,00	0,00	0,00	0,00
CaSNAP2961	SNAP	1	1,00	0,00	0,00	0,00
OPE18	RAPD	11	0,50	0,71	1,00	0,69
OPD056	RAPD	16	0,50	0,72	1,00	0,71
IndelAntr	INDEL	3	0,44	0,60	0,89	0,52
CAMS390	SSR	3	0,63	0,53	0,44	0,58
Jumlah		44				
Rerata		3,67	0,83	0,26	0,28	0,24

*PIC = *polymorphism information content*.

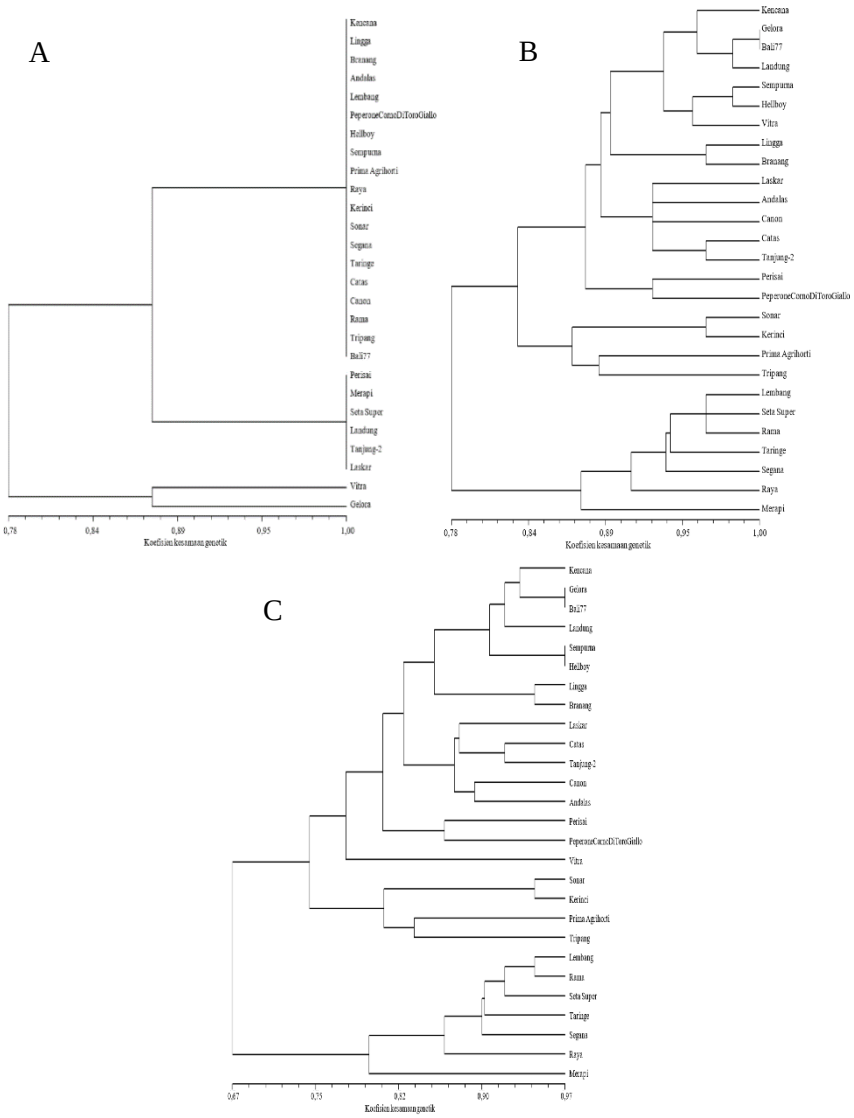
Diversitas gen menunjukkan tingkat keragaman genetik pada varietas uji (Puji Lestari *et al*. 2016). Nilai diversitas genetik pada penelitian ini berkisar antara 0,07 (CaSNAP4829) dan 0,72 (OPD056), dengan rerata 0,26, artinya terdapat keragaman genetik yang tinggi antar varietas. Dossett *et al*. (2012) melaporkan keragaman genetik dapat diketahui dari dua indikator, yaitu diversitas genetik yang menunjukkan peluang adanya perbedaan pada dua alel yang dipilih secara acak pada lokus yang berbeda dan nilai PIC yang menunjukkan ukuran dari peluang dua varietas yang dipilih secara acak.

Nilai PIC didefinisikan pula sebagai suatu nilai yang mencerminkan tingkat polimorfisme marka yang digunakan. Nilai PIC pada penelitian ini

berkisar antara 0,07 (CaSNAP4829) dan 0,71 (OPD056) dengan rerata 0,24). Botstein *et al*. (1980) mengelompokkan nilai PIC menjadi tiga kategori yaitu kategori sangat informatif (PIC > 0,5), sedang (PIC 0,25 < PIC < 0,5) dan kurang informatif (PIC < 0,25). Dari seluruh marka yang digunakan, seluruh marka RAPD, INDEL dan SSR termasuk dalam kategori sangat informatif yang bermanfaat untuk membedakan varietas cabai kedepannya. Adapun marka SNAP bersifat bi-alel sehingga nilai PIC yang dihasilkan tidak akan setinggi marka kodominan lainnya, namun dalam pedoman pemilihan marka molekuler dan konstruksi basis data yang dikeluarkan oleh UPOV, marka SNAP direkomendasikan untuk digunakan dalam identifikasi varietas (Jordens 2005).

Analisis Filogenetik

Analisis filogenetik dilakukan untuk mengidentifikasi jarak genetik antar varietas. Analisis filogenetik 27 varietas komersial cabai dengan marka molekuler dilakukan berdasarkan hasil observasi terhadap keseluruhan frekuensi alel yang muncul dan hasil dendogram pada SAHN-UPGMA. Berdasarkan analisis filogenetik, 27 varietas cabai terbagi menjadi dua kelompok utama dengan nilai koefisien kesamaan genetik yang berbeda tergantung pada jenis marka molekuler (Gambar 2). Tiga set marka molekuler yaitu 8 marka SNAP, gabungan 4 marka (2 RAPD, 1 INDEL, dan 1 SSR), serta seluruh marka molekuler yang digunakan, dapat secara jelas membedakan varietas cabai namun pada titik potong yang berbeda secara berurutan yaitu 0,78, 0,60 dan 0,67. Dendrogram menunjukkan jika set gabungan 4 marka memiliki nilai diferensiasi genetik tertinggi untuk varietas cabai yang digunakan yaitu sebesar 0,60, namun masih belum mampu untuk mengelompokkan varietas cabai berdasarkan spesiesnya yaitu *C. annuum* L. dan *C. frustecens* L.



Gambar 2. Dendrogram 27 varietas komersial cabai berdasarkan A: 8 marka SNAP, B: gabungan 4 marka (2 RAPD, 1 INDEL, dan 1 SSR), serta C: seluruh marka molekuler yang digunakan, yang dianalisis menggunakan perangkat lunak *NTSYS-pc* versi 2.1

Evaluasi Ketahanan Antraknosa

Evaluasi ketahanan antraknosa dilakukan pada buah cabai yang sudah masak panen dan berwarna merah, karena buah cabai yang telah masak dan berwarna merah cenderung lebih rentan terhadap antraknosa dibanding buah cabai yang belum masak dan masih berwarna hijau (Susheela 2012).

Hasil pengamatan menunjukkan varietas cabai yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan berbagai reaksi yang berbeda terhadap infeksi isolat *C. capsici*, terlihat dari adanya variasi pada ukuran lesi yang terbentuk (Gambar 3, Tabel 4). Ukuran luas lesi yang terbentuk menunjukkan tingkat kerusakan jaringan permukaan kulit buah cabai yang disebabkan oleh *C. capsici*, dimana semakin luas ukuran lesi maka semakin tinggi pula tingkat virulensi isolat *C. capsici* yang digunakan. Adapun varietas cabai besar Bali77 merupakan varietas cabai yang paling rentan terhadap *C. capsici* karena memiliki ukuran lesi terbesar, sebaliknya varietas cabai besar Perisai merupakan varietas cabai yang paling tahan terhadap *C. capsici* karena memiliki ukuran lesi terkecil jika dibandingkan dengan varietas lain yang digunakan pada penelitian ini. Sifat ketahanan yang dimiliki varietas Perisai terhadap penyakit antraknosa diduga bersifat fungsional atau biokimia karena metode yang digunakan ialah dengan menyuntikkan inokulum *C. capsici* ke dalam buah, sehingga tidak menampakkan sifat ketahanan struktural (Hakim 2014).

a b c d e f

Gambar 3. Contoh gejala antraknos yang divisualisasikan dengan lesio pada buah yang muncul pada 5 hari setelah inokulasi isolat *C. capsici*. a = Kencana, b = Tanjung-2, c = Bali77, d = Sempurna, e = Tripang, dan f = Taringe

Tabel 4. Ukuran lesio (mm^2) pada buah 27 varietas cabai pada 5 hari setelah inokulasi isolat *C capsici*

Varietas	Ukuran lesio (mm^2)	Varietas	Ukuran lesio (mm^2)
Perisai	0,78^{a}	Andalas	22,05^{n}
Merapi	2,83^{b}	Tanjung-2	22,05^{n}
Rama	3,46^{c}	Hellboy	23,74^{o}
Taringe	5,30^{d}	Gelora	25,50^{p}
Laskar	6,15^{e}	Kerinci	35,23^{q}
Lembang	7,54^{f}	Lingga	42,98^{r}
PeperoneCornoDiToroGiallo	8,03^{f}	Tripang	56,27^{s}
Raya	10,74^{g}	Branang	58,96^{t}
Sempurna	12,56^{h}	PrimaAgrihorti	59,41^{t}

Varietas	Ukuran lesio (mm^2)	Varietas	Ukuran lesio (mm^2)
Seta Super	13,19[i]	Segana	66,44[u]
Catas	14,51[j]	Canon	67,89[v]
Vitra	15,19[k]	Sonar	72,34[w]
Landung	15,89[l]	Bali77	75,39[x]
Kencana	21,22[m]		

Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf α 5%

Asosiasi antara Marka Molekuler dengan Karakter Ketahanan Antraknosa

Analisis asosiasi dilakukan untuk mendeteksi marka molekuler yang potensial berasosiasi nyata dengan karakter ketahanan terhadap antraknosa. Hanya 1 marka RAPD (OPE18) dari 12 marka yang berasosiasi signifikan dengan nilai total variasi (R^2) sebesar 0,5884 (Tabel 5). Adapun marka RAPD diketahui memiliki tingkat *artefactual variation* yang sangat tinggi dan hasil yang kurang konsisten (Ghazi *et al*. 2013). Qi dan Lindhout (1997) serta Sanjaya et al. (2002) mengemukakan jika inkonsistensi pola pita yang dihasilkan marka RAPD bukan hanya ditentukan oleh program PCR yang kurang tepat, namun juga kualitas gel agarose, lamanya separasi fragmen pada gel, serta prosedur laboratorium. Sehingga marka OPE18 tersebut selanjutnya perlu diuji lebih lanjut dengan menggunakan materi genetik cabai dengan keragaman genetik luas dan jumlah lebih banyak sehingga dapat meningkatkan presisi dalam tahap seleksi pada pemuliaan cabai tahan antraknosa di Indonesia. Marka OPE18 jika dalam uji lebih lanjut terbukti terkait dengan ketahanan terhadap antraknosa, maka dapat dikonversi menjadi marka *sequence characterize amplified regions* (SCARs) yang bersifat kodominan, spesifik pada sifat tertentu dan tingkat reproduksibilitas yang tinggi (Bhagyawant 2002)

Tabel 5. Analisis asosiasi marka dan diameter lesio 27 varietas cabai pada 5 hari setelah inokulasi *C. capsici*

Varietas	R^2	*Pvalue*
CaSNAP3421	0,0000	-
CaSNAP4829	0,0070	0,69614
CaSNAP5962	0,0000	-
CaSNAP1679	0,1211	0,09559
CaSNAP5132	0,0000	-
CaSNAP3151	0,0017	0,84472
CaSNAP0181	0,0000	-
CaSNAP2961	0,0000	-

Varietas	R^2	*Pvalue*
OPE18	**0,5884**	**0,04700***
OPD056	0,3544	0,79767
IndelAntr	0,1091	0,49976
CAMS390	0,0507	0,78506

Angka yang diikuti oleh tanda (*) berasosiasi nyata pada taraf α 5% (*Pvalue* <0,05) dan R^2 mengindikasikan persentase variasi total. Tanda (–) mengindikasikan tidak adanya variasi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi keragaman genetik varietas cabai menggunakan 3 set marka molekuler yang berbeda, 27 varietas cabai tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok utama namun dengan titik potong dendogram nilai koefisien kesamaan genetik yang berbeda tergantung pada jenis marka molekuler yaitu 0,78 (8 marka SNAP), 0,60 (gabungan 2 marka RAPD, 1 marka INDEL, dan 1 marka SSR), dan 0,67 (seluruh marka molekuler yang digunakan dalam penelitian). Hasil evaluasi ketahanan antraknosa pada buah 27 varietas cabai menunjukkan adanya variasi ukuran lesi yang menggambarkan berbagai tingkat ketahanan terhadap antraknosa. Varietas cabai besar Bali77 merupakan varietas cabai yang paling rentan terhadap C. capsici karena memiliki ukuran lesi terbesar, sebaliknya varietas cabai besar Perisai merupakan varietas cabai yang paling tahan terhadap C. capsici karena memiliki ukuran lesi terkecil. Satu marka RAPD yaitu OPE18 teridentifikasi berasosiasi signifikan (P<0,05) dengan ketahanan terhadap antraknosa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh anggaran APBN Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen), Balitbangtan Tahun Anggaran 2020. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ilyasa, Derry Budiman dan Sela Yusuf atas bantuannya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Akzad, M.B., Nuraeni, S. & Larekeng, S.H. (2021) Detecting DNA polymorphism on mulberry (*Morus sp*.) using RAPD and ISSR markers. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22 (35), 106-111.

Anwarudin, M.J., Sayekti, A.L., Kiloes, A.M. & Hilman, Y. (2015) Dinamika produksi dan volatilitas harga cabai: antisipasi strategi dan kebijakan pengembangan. *Pengembangan Inovasi Pertanian,* 8 (1), 33-42.

Bhagyawant, S.S. (2016) RAPD-SCAR markers: An interface tool for authentication of traits. *Journal of Biosciences and Medicines*, 4 (11), 1-9.

Botstein, D., White, R.L., Skolnick, M. & Davis, R.W. (1980) Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics,* 32 (3), 314–331.

Badan Pusat Statistik. (2020) *Produksi tanaman sayuran dan buah-buahan semusim menurut jenis tanaman tahun 2000.* [*Online*] Tersedia pada https://www.bps.go.id/subject/55/hortikultura.html#subjekViewTab5 [Diakses 18 Agustus 2020].

Bradbury, P.J., Zhang, Z., Kroon, D.E., Casstevens, T.M., Ramdoss & Buckler, E.S. (2007) TASSEL: software for association mapping of complex traits in diverse samples. *Bioinformatics,* 23 (19), 2633-2635.

Chaerani, Hidayatun, H. & Utami, D.W. (2011) Keragaman genetik 50 aksesi plasma nutfah kedelai berdasarkan sepuluh penanda mikrosatelit. *Jurnal AgroBiogen,* 7 (2), 96-105.

Chowdhury, M.F.N., Yusop, M.R., Ismail, S.I., Ramlee, S.I., Oladosu, Y., Hosen, M. & Miah, G. (2020) Development of anthracnose disease resistance and heat tolerance chili through conventional breeding and molecular approaches: a review. *Biocell* 44 (3), 269-278.

De Silva, D.D., Ades, P.K., Crous, P.W. & Taylor, P.W.J. (2017) Colletotrichum species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology,* 66, 254-267.

Djarwaningsih, T. (2005) *Capsicum spp*. (cabai): asal, persebaran dan nilai ekonomi. *Biodiversitas* 6 (4), 292-296.

Dossett, M., Bassil, N.V., Lewers, K.S. & Finn, C.E. (2012) Genetic diversity in wild and cultivated black raspberry (*Rubus occidentalis* L.) evaluated by simple sequence repeat markers. *Genet. Resour. Crop. Evol.,* 59, 1849-1865.

Doyle, J.J. & Doyle, J.L. (1991) DNA isolation from small amount of plant tissue. *Phytochemical Bulletin,* 57, 13-15.

Ghazi, F., Benmechernene, Z., Kihal, M. & Gurakan, G.C. (2012) The reproducibility od random amplified polymorphic DNA (RAPD) profiles of *Streptococcus thermophilus* strains with XD9, M13 and OPI-02 MOD primers. *Afr. J. Biotechnol*., 12 (44), 6245-6252.

Hakim, A., Syukur, M. & Widodo (2014) Ketahanan penyakit antraknosa terhadap cabai lokal dan cabai introduksi. *Bul. Agrohorti,* 2 (1), 31-36.

Hidayat, I.M., Sulastrini, I., Kusandriani, Y. & Permadi, A.H. (2004) Lesio sebagai komponen tanggap buah 20 galur dan atau varietas cabai terhadap inokulasi *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum*

gloeosporioides. *Jurnal Hortikultura,* 14 (3), 161-171.

Jordens, R. (2005) Progress of plant variety protection based on the international convention for the protection of new varieties of plants (UPOV convention). *World Patent Information,* 27, 232-243.

Kirana, R., Hasyim, A. & Sutarya, A. (2014) Persilangan cabai merah tahan penyakit antraknosa (*Colletotrichum acutatum*). *Jurnal Hortikultura,* 24 (3), 189-195.

Lasmiana, D.W.G. & Alnopri (2016) Ragam genetik dan heritabilitas peubah kualitatif dan peubah kuantitatif dua puluh genotipe cabai (*Capsicum annuum* L.). *Akta Agrosia,* 19 (1), 1-10.

Lestari, P, Risliawati, A. & Koh, H.J. (2012) Identifikasi dan aplikasi marka berbasis PCR untuk identifikasi varietas padi dengan palatabilitas tinggi. *Jurnal AgroBiogen,* 8 (2), 69-77.

Lestari, P., Risliawati, A., Utami, D.W., Hidayatun, N., Santoso, T.J. & Chaerani. (2016) Pengembangan identitas spesifik berbasis marka SSR pada 29 varietas kedelai lokal Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia,* 12 (2): 219-229.

Liu, K. & Muse, S.V. (2005) PowerMaker: An integrated analysis environment for genetic maker analysis. *Bioinformatics,* 21 (9), 2128-2129.

Maranho, R.C., Augusto, R., Mangolin, C.A. & Machado, M.F.P.S. (2014) Use of differential levels of mean observed heterozygosity in microsatellite loci of commercial varieties of sugarcane (*Saccharum* spp.). *Genetics and Molecular Research,* 13 (4), 10130-10141.

Mimura, Y., Inoue, T., Minamiyama, Y. & Kubo, N. (2012) An SSR-based genetic map of pepper (*Capsicum annuum* L .) serves as an anchor for the alignment of major pepper maps. *Breeding Science,* 98, 93-98.

Minamiyama, Y., Tsuro, M. & Hirai, M. (2006) An SSR-based linkage map of *Capsicum annuum*. *Mol. Breeding,* 18, 157-169.

Nugroho, K., Terryana, R.T., Manzila, I., Priyatno, T.P. & Lestari, P. (2019) The use of molecular markers to analyze the genetic diversity of indonesian pepper (*Capsicum* spp.) varieties based on anthrachnose resistance. *Makara Journal of Science,* 23 (3), 137-147.

Palupi, H., Yulianah, I. & Respatijarti. (2015). Uji ketahanan 14 galur cabai besar (*Capsicum annuum* L.) terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum* spp.) dan layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Jurnal Produksi Tanaman,* 3 (8), 640-648.

Purnomo, E. & Ferniah, R.S. (2018) Polimorfisme cabai rawit dan cabai gendot dengan penanda RAPD (random amplified polymorphic DNA) menggunakan primer OPA-8. *Berkala Bioteknologi,* 1 (1), 1-5.

Pusat Genom Pertanian Indonesia (2020) *Genome database of horticulture*

[Online] Tersedia pada https://genom.litbang.pertanian.go.id/old_pgpi/hortikultura/ [Diakses pada 4 Januari 2020].

Qi, X. & Lindhout, P. (1997) Development of AFLP markers in barley. *Mol. Gen. Genet.*, 254, 330-336.

Reflinur & Lestari, P. 2015. Penentuan lokus gen dalam kromosom tanaman dengan bantuan marka DNA. *Jurnal Litbang Pertanian,* 34 (4), 177-186.

Ribeiro, C.A.G., Tanure, J.P.M., Maciel, T.E.F. & Barros, E.G. (2013) Molecular characterization of soybean cultivars by microsatellite markers with universal tail sequence. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira,* 48 (3), 270-279.

Ridzuan, R., Rafii, M.Y., Ismail, S.I., Yusoff, M.M., Miah, G. & Usman, M. (2018) Breeding for anthracnose disease resistance in chili: progress and prospects. *International Journal of Molecular Sciences,* 19 (10), 3122.

Risliawati, A., Riyanti, E.I., Lestari, P., Utami, D.W. & Silitonga, T.S. (2015) Development of SSR marker set to identify fourty two indonesian soybean varieties. *Jurnal AgroBiogen,* 11 (2), 49-58.

Rohlf, F.J. (2000) *NTSYSpc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis Sistem. Version:2.1.* New York, Exeter Software.

Sanjaya, L., Wattimena, G.A., Guharja, E., Yusuf, M., Aswidinnor, H. & Stam, P. (2002) Keragaman ketahanan aksesi *Capsicum* terhadap antraknose (*Colletotrichum capsici*) berdasarkan penanda RAPD. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 7 (2), 37-42.

Saptadi, D., Liana, N., Waluyo, B., Purnamaningsih, S.L., Ardiarini, N.R. & Agustina, N.I. (2017) Evaluasi potensi keragaman genetik cabai rawit lokal untuk mendukung kegiatan seleksi. Dalam: B. Waluyo & Saptadi, D. (editor) *Prosiding Seminar Nasional Peripi Komda Jatim 2017: Sumbangan Ilmu Pemuliaan Dalam Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Genetik Lokal Menjadi Varietas Unggul*, Malang, Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. hlm. 91-104.

Sun, G.S., Dai, Z.I., Bosland, P.W., Wang, Q., Sun, C.Q., Zhang, Z.C. & Ma, Z.H. (2016) Characterizing and marker-assisting a novel chili pepper (*Capsicum annuum* L.) yellow bud mutant with cytoplasmic male sterility. *Genetics and Molecular Research,* 16 (1), 1-11.

Suryotomo, B. (2006) Ketahanan alami beberapa genotipe cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap penyakit antraknosa. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia,* 8 (1), 1-6.

Susheela, K. (2012) Evaluation of screening methods for anthracnose disease in chili. *Pest Management in Horticultural Ecosystem,* 18 (2), 188-193.

Terryana, R.T., Ningrum, N.D.S.A., Nugroho, K., Saptadi, D., Kurniawan, H. & Lestari, P. (2020) Analisis keragaman genetik dan pengembangan profil sidik jari DNA 20 varietas cabai lokal Indonesia berdasarkan marka SSR. *AgroBiogen,* 16 (2), 45-58.

Torres, I.G.T., Lopez, M.R., Rodriguez, C.H., Tanaca, L.V., Mendoza, I.E.M., Alvarez, L.D., Medina, D.T. & Flores, M.E.J. (2012) Biochemical and molecular analysis of some commercial samples of chilli peppers from Mexico. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012 (4), 873090.

Wartono, Wiyono, S., Syukur, M., Giyanto, Nugroho, K. & Lestari, P. (2019) Genetic diversity analysis of 41 chili pepper genotypes (*Capsicum annuum* L.) based on SSR markers. *Jurnal AgroBiogen,* 15 (2), 65-74.

Widodo & Hidayat, S.H. 2018. Identification of colletotrichum species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology,* 12 (1), 7-15.

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
Kristamtini, 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. Fadhlan 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
		(BPTP) Kalimantan Selatan
20.	Fitri Wulandari	Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains Terapan Universitas Suryakancana
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 Fadhlan 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 Widyayanti	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 Prasetiyo 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