



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

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. 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 Berbasis Genotip dan Fenotip</i>	
Dani Satyawan dan I Made Tasma.....	28
<i>Keragaan 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 Suciyantri, 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 Kekeabatan 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 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 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.

**BIOTEKNOLOGI DAN SUMBER
DAYA GENETIK TANAMAN
PERKEBUNAN**

HEWAN DAN ORGANISME LAIN

**Isolasi dan Identifikasi Molekuler Khamir
yang Berkemampuan Memfermentasi Xilosa
untuk Produksi Bioetanol Generasi Kedua
(Isolation and Molecular Identification of Yeasts
that Capable to Fermenting Xylose
for Second Generation Bioethanol Production)**

Jamaluddin*¹, Nisa Rachmania Mubarik¹, Edy Listanto², Eny Ida Riyanti*²

¹Program Studi Bioteknologi, Gedung PAU, Institut Pertanian Bogor, Jl. Kamper, Kampus IPB Dramaga

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No 3A, Bogor 16111

biotech_pascajamaluddin@apps.ipb.ac.id; enyriyanti@gmail.com

ABSTRACT

Xylose is the second most abundant sugar after glucose from the hydrolysis of lignocellulosic agricultural waste. The application of microorganisms that ferment xylose and glucose is the main key for the production of second generation bioethanol. Yeasts are commonly used in the production of bioethanol only use glucose. This study aims to isolate and screen yeasts capable of fermenting xylose and glucose from fermented foods, and to identify them molecularly. Isolation of yeast using the spread method on YPXA (Yeast Potato Xylose Agar) and YPGA (Yeast Potato Glucose Agar) media. Yeasts that grow were evaluated its ability to produce ethanol using YPX and YPG liquid, whereas the molecular identification of yeasts were done with using ITS region sequence and PCR-RAPD analysis. Fermentation substrates and products were measured using HPLC. There were 24 isolates from four types of fermented foods using YPXA media and 22 isolates using YPGA media. KBKTI 10.5.1 isolate produced the highest ethanol yield from xylose fermentation, which was 16.84% per four days. TSX2 10-4.1.5 isolate was able to consume 12.72 g/L of xylose per four days with the product ethanol of 0.27 g/L. The best isolate to ferment glucose was DBY1 with 44.09% ethanol yield in four days fermentation. Yeasts isolates that ferment xylose are known to be *Candida tropicalis*, *Cyberlindnera jadini*, *Wickerhamomyces anomalus*, while the best species that ferment glucose is *Saccharomyces cerevisiae* and *Pichia anomala*. The yeast obtained has the potential for bioethanol production using lignocellulosic hydrolyzate.

Key words: Bioethanol, biofuel, lignocellulosic, yeast

ABSTRAK

Xilosa adalah gula terbanyak kedua setelah glukosa dari hasil hidrolisis lignoselulosa limbah pertanian. Aplikasi mikroorganisme yang memfermentasi xilosa maupun glukosa menjadi kunci utama untuk produksi bioetanol generasi kedua. Khamir yang umum digunakan dalam produksi bioetanol hanya menggunakan glukosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan menskrining khamir yang mampu memfermentasi xilosa maupun glukosa dari makanan fermentasi, serta mengidentifikasinya secara molekuler. Isolasi khamir menggunakan metode sebar pada media YPXA (*Yeast Potato Xylose Agar*) dan YPGA (*Yeast Potato Glucose Agar*). Khamir yang tumbuh dievaluasi kemampuannya memproduksi etanol menggunakan YPX dan YPG cair, sedangkan identifikasi molekuler khamir dilakukan dengan analisis sekuen daerah ITS dan PCR-RAPD. Substrat dan produk fermentasi diukur menggunakan HPLC. Diperoleh 24 isolat dari empat jenis makanan fermentasi menggunakan media YPXA dan 22 isolat menggunakan media YPGA. Isolat KBKTI 10.5.1 menghasilkan yield etanol tertinggi dari fermentasi xilosa yaitu 16.84% per empat hari. Isolat TSX2 10-4.1.5 mampu mengkonsumsi xilosa 12.72 g/L per empat hari dengan produk etanol sebesar 0.27 g/L. Isolat terbaik memfermentasi glukosa yaitu DBY1 dengan yield etanol 44.09% dalam empat hari fermentasi. Isolat khamir yang memfermentasi xilosa diketahui adalah *Candida tropicalis*, *Cyberlindnera jadinii*, *Wickerhamomyces anomalus*, sedangkan spesies terbaik yang memfermentasi glukosa adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia anomala*. Khamir yang diperoleh berpotensi untuk produksi bioetanol menggunakan hidrolisat lignoselulosa.

Kata kunci: Bioetanol, biofuel, khamir, lignoselulosa

PENDAHULUAN

Bioetanol adalah salah satu jenis biofuel yang ramah lingkungan serta terbarukan. Pembakaran bioetanol dapat menurunkan emisi karbon monoksida (Takeuchi *et al.* 2019), serta emisi gas rumah kaca lainnya sekitar 30% jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil (Shote 2019). Bioetanol dapat diproduksi dari bahan yang melimpah serta dapat beregenerasi pada tanaman seperti glukosa, pati, dan lignoselulosa. Produksi bioetanol dari lignoselulosa (bioetanol generasi kedua) dapat mendorong usaha energi terbarukan, berkontribusi pada kelestarian lingkungan serta dapat meminimalisir terjadinya ketimpangan dibidang pangan dan pakan (Riyanti 2009; Limayem *at al.* 2012; Robak dan Balcerek 2018). Lignoselulosa juga diperoleh dalam jumlah besar dari bahan yang relatif murah seperti limbah industri, kayu dan residu pertanian (Cardona

dan Sanchez 2007).

Lignoselulosa merupakan komponen biomassa tanaman yang tersusun atas 30-60% selulosa, 20-40% hemiselulosa dan 15-25% lignin. Komponen selulosa dan hemiselulosa dapat dihidrolisis menjadi gula yang digunakan sebagai substrat fermentasi etanol (Seidl dan Goulart 2016; Branco *et al.* 2018). Selulosa merupakan homopolisakarida yang disusun oleh glukosa pada ikatan β -(1.4) glikosidik. Berbeda dengan hemiselulosa yang merupakan heteropolisakarida dari gula pentosa seperti xilosa dan arabinosa serta gula heksosa seperti glukosa, manosa dan galaktosa (Ioelovich 2015; Branco *et al.* 2018).

Kurangnya kemampuan mikroorganisme memfermentasi xilosa merupakan salah satu kendala produksi bioetanol generasi kedua. *Saccharomyces cerevisiae* yang umum digunakan dalam produksi etanol secara alami tidak memiliki kemampuan memfermentasi xilosa, sehingga mengakibatkan etanol dari fermentasi lignoselulosa menjadi relatif rendah (Selim *et al.* 2020). Bakteri dari genus *Aerobacter*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Bacteroides*, *Clostridium*, *Erwinia*, dan *Klebsiella* diketahui dapat memfermentasi xilosa. Namun, bakteri tersebut tidak toleran konsentrasi gula dan etanol tinggi serta banyak menghasilkan produk sampingan, sehingga mengurangi etanol yang dihasilkan (Komesu *et al.* 2020).

Penggunaan khamir untuk produksi etanol memiliki beberapa keunggulan. Beberapa kelompok khamir memiliki struktur membran yang kaya sterol, sehingga menyebabkan khamir toleran terhadap konsentrasi etanol (Riyanti 2009). Khamir juga dapat mereduksi senyawa inhibitor hidrolisat lignoselulosa seperti furfural dan HMF. ADH dan AIDH khamir memiliki fungsi ganda yaitu mereduksi furfural menjadi senyawa yang tidak bersifat racun dan mereduksi asetaldehide menjadi etanol dan asetat (Modig *et al.* 2002).

Khamir yang memfermentasi xilosa dilaporkan memiliki keragaman spesies yang cukup tinggi. Diketahui khamir dari kelompok *Pichia*, *Candida*, *Schizosaccharomyces* dan *Pachysolen* dapat memfermentasi xilosa dengan baik (Mussatto *et al.* 2012). Maka dengan demikian, penelitian ini bertujuan mengisolasi, menskrining serta mengidentifikasi secara molekuler khamir yang memfermentasi xilosa maupun glukosa. Oleh karena itu, harapan jangka panjang penelitian ini adalah dapat berkontribusi untuk program pembangunan pertanian, khususnya pengelolaan residu pertanian yang berlignoselulosa menjadi produk bioenergi.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dikerjakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian pada Juli 2020 - Januari 2021.

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain khamir dari tape singkong, tape ketan hitam, tempoyak, kabangka thai, *Yeast Potato Glucose* (YPG) dan *Yeast Potato Xylose* (YPX) dengan komposisi (1% yeast ekstrak, 2% pepton, 2% D-glukosa/D-xilosa, 2% agar), YeastarTM Genomic DNA Kit, ddH₂O, agarosa SigmaAldrich, bufer TAE 1x, loading dye 6x, DNA Ladder 1 kb 1st Base, EtBr, Kapa 2G robust kit Kapa Biosystem, MgCl₂ Kapa Biosystem, primer ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3'), ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT G-3'), Primer RAPD OPB-01 (5'-GTT TCG CTC C-3'), OPB-10 (5'-CTG CTG GGA C-3'), OPB-12 (5'-CCT TGA CGC A-3'), OPB-14 (5'-TCC GCT CTG G-3'), OPX-01 (5'-CTG GGC ACG A-3'), OPX-03 (5'-TGG CGC AGT G-3'), OPX-06 (5'-ACG CCA GAG G-3'), OPX-07 (5'-GAG CGA GGC T-3').

Metode Penelitian

Isolasi Khamir dari Makanan Fermentasi Tradisional

Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke pengencer 9 mL sebagai pengenceran 10⁻¹. Pengenceran dilakukan secara bertingkat sampai pengenceran 10⁻⁵. Sebanyak 0.1 mL dua pengenceran terakhir diinokulasikan di media YPG dan YPX pH 5 dengan teknik sebar (Soka dan Susanto 2010). Inokulum diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam. Koloni tunggal dimurnikan kembali di media YPG dan YPX padat.

Uji Potensi Produksi Bioetanol Menggunakan Substrat Xilosa dan Glukosa

Uji potensi produksi etanol mengikuti Jelena (2012). Satu ose khamir umur 24 jam diinokulasikan pada 10 mL media YPG dan YPX cair pada botol mac cartney. Inokulum diinkubasi pada inkubator goyang suhu 30 °C selama 96 jam. Sebanyak 1 mL media fermentasi disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Supernatan disaring dengan syringe filter PTFE 0.2 µm dan dilakukan pengukuran etanol, glukosa, xilosa, asam asetat, asam laktat dan gliserol menggunakan HPLC Agilent Technologies 1260 Infinity dengan kolom Hi-plex H for Carbohydrate dan detektor Refraction Index Detector (RID).

Isolasi dan Evaluasi DNA Genom Khamir

Isolasi DNA genom khamir terpilih dilakukan menggunakan protokol standar kit Yeastar Genomic DNA KITTM. Evaluasi DNA dilakukan

melalui analisis kualitas dan kemurnian DNA. Analisis kualitatif dilakukan dengan DNA dimigrasi pada agarose 1% (b/v) dalam bufer TAE 1× selama 28 menit 100 Volt. DNA dari gel agarose selanjutnya dicuci dengan 0,05% EtBR dan divisualisasi menggunakan Gel-Doc system. Kemurnian DNA dievaluasi menggunakan NanoDrop dengan membandingkan nilai absorbansi panjang gelombang 260 nm dengan absorbansi panjang gelombang 280 (OD260/OD280).

Amplifikasi Segmen ITS dengan Metode PCR

Reaksi PCR dibuat mengikuti rekomendasi manual KAPA BIOSYSTEMS. Program PCR dilakukan dengan kondisi pre-PCR 94 °C selama 5 menit, denaturasi 94 °C selama 1 menit, annealing 55 °C selama 30 detik, ekstensi 72 °C selama 1 menit dan post-PCR 72 °C selama 5 menit. Proses denaturasi-ekstensi dilakukan sebanyak 30 siklus. Hasil amplifikasi divisualisasi dengan Gel-Doc system. Produk PCR selanjutnya dikirim ke laboratorium servis untuk disekuensing.

Analisis Keragaman Genetik dengan RAPD

Analisis RAPD menggunakan 8 primer yang direaksikan mengikuti reaksi PCR seperti pada amplifikasi sekuen daerah ITS. Program PCR dilakukan sebanyak 45 siklus dengan kondisi pre-PCR 94 °C selama 10 menit, denaturasi 94 °C selama 45 detik, annealing 36°C selama 45 detik, ekstensi 72 °C selama 2 menit dan post-PCR 72 °C selama 10 menit. Hasil amplifikasi divisualisasi dengan Gel-Doc system.

Analisis Data

Data pengukuran HPLC dianalisis menggunakan program Microsoft Excel 2013. Data yang digunakan adalah rata-rata dari tiga kali pengulangan pengukuran. Standar diviasi data dihitung menggunakan persamaan:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Data sekuen daerah ITS dianalisis menggunakan BioEdit untuk memperoleh urutan komplementer (*contig*). Urutan sekuen ITS yang diperoleh dianalisis tingkat homologinya dengan basis data di GenBank menggunakan program BLASTn melalui situs NCBI (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>). Hubungan kekerabatan dianalisis menggunakan pohon filogenetik yang dikonstruksi melalui program MEGA X dengan metode *Neighbor-joining* (NJ). Kontruksi jarak evolusi dalam deret kepercayaan menggunakan bootstrap value pada program NJ plot dengan 1000 replikasi bootstrap. Data RAPD yang diperoleh berdasarkan scoring pita ampifikasi dengan klasifikasi "1" bila terdapat pita hasil amplifikasi

dan "0" bila tidak terdapat pita hasil amplifikasi. Data kemudian dianalisis dengan program NTSYS-pc (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.02i*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Khamir dari Makanan Fermentasi Tradisional

Makanan fermentasi seperti tape ketan hitam, tape singkong, kabangka thai (ubi kayu difermentasi secara spontan menggunakan air laut atau air garam), tempoyak memiliki potensi besar sebagai sumber isolat khamir yang dapat memfermentasi glukosa atau xilosa. Dimidi *et al.* (2019) melaporkan bahwa makanan fermentasi memiliki kekayaan mikroba fermentatif yang cukup tinggi dari jenis bakteri dan khamir. Hasil isolasi dan pemurnian diperoleh 24 isolat dari media YPX dan 22 isolat dari media YPG (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah isolat khamir yang diisolasi dari beberapa makanan fermentasi tradisional

Media Isolasi-Sumber Karbon	Sumber Isolat	Lokasi Sumber Isolat	Jumlah Isolat
YPD-Xilosa	Tape Ketan Hitam	Bogor, Jawa Barat	9
	Tape Singkong	Bogor, Jawa Barat	9
	Kabangka Thai	Buton Selatan, Sulawesi Tenggara	4
	Tempoyak	Palembang, Sumatera Selatan	2
YPD-Glukosa	Tape Ketan Hitam	Bogor, Jawa Barat	5
	Tape Singkong	Bogor, Jawa Barat	5
	Kabangka Thai	Buton Selatan, Sulawesi Tenggara	6
	Tempoyak	Palembang, Sumatera Selatan	6

Isolat khamir yang diperoleh secara umum memiliki ciri morfologi berupa koloni berwarna putih kekuningan, cream, lembab dan permukaannya mengkilat. Isolat khamir pada Tabel 1 kemungkinan dapat memfermentasi glukosa maupun xilosa menjadi etanol. Kemampuan isolat khamir tumbuh pada media yang mengandung glukosa atau xilosa sebagai satu-satunya sumber karbon menunjukkan bahwa sumber karbon tersebut dapat dikonversi menjadi senyawa tertentu atau digunakan untuk pertumbuhan selnya.

Uji Potensi Produksi Bioetanol Khamir dari Substrat Xilosa dan Glukosa

Kemampuan khamir untuk memfermentasi xilosa maupun glukosa menjadi etanol merupakan potensi yang cukup besar dalam pengembangan produksi bioetanol generasi kedua. Hasil uji potensi produksi etanol dari 46 isolat khamir (Tabel 1) diperoleh 9 isolat terbaik menghasilkan etanol dari substrat glukosa atau xilosa dan 2 isolat terbaik dalam mengkonsumsi xilosa (Tabel 2). Hasil uji produksi etanol diperoleh bahwa isolat KBKTI 10.5.1, TKHX2 10-3.1.1 dan TKHX2 10-3.1.1 mampu menghasilkan etanol tertinggi dari fermentasi xilosa yaitu sebesar 0,80 g/L, 0,77 g/L, 0,61 g/L dengan konsumsi xilosa sebesar 4,75 g/L, 5,93 g/L dan 5,16 g/L. Hal ini menunjukkan bahwa isolat KBKTI 10.5.1, TKHX2 10-3.1.1, TKHX2 10-3.1.1 memiliki kemampuan untuk mengkonversi 16,84%, 12,98%, dan 11,82% dari 20 g/L xilosa (Tabel 3) menjadi etanol selama 4 hari fermentasi.

Tabel 2. Potensi produksi etanol isolat khamir dengan menggunakan xilosa dan glukosa

Media Fermentasi	Sumber Isolat	Kode Isolat	Konsumsi Substrat (g/L)*	Produk			
				Etanol (g/L)*	Asetat (g/L)*	Laktat (g/L)*	Gliserol (g/L)*
20 g/L Xilosa	Tape Ketan Hitam	TKHX2 10-3.1.1	5,93±0,14	0,77±0,08	2,00±0,01	1,12±0,15	0,05±0,02
		TKHX2 10-3.1.2	5,16±0,13	0,61±0,00	1,77±0,00	3,56±0,01	0,07±0,00
	Tape Singkong	TSX2 10-4.1.1	12,44±0,96	0,20±0,01	3,85±0,01	1,97±0,02	0,06±0,00
		TSX2 10-4.1.5	12,72±0,09	0,28±0,01	3,82±0,00	1,76±0,00	0,09±0,00
	Kabangka Thai	KBKTI 10-5.1	4,75±0,20	0,80±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,25±0,02
	50 g/L Glukosa	Tape Ketan Hitam	TKH 10-2.1.5	50,00±0,00	20,95±0,01	0,53±0,00	0,06±0,00
TS 10-5.1.5			49,07±0,07	20,69±0,06	0,73±0,01	0,35±0,00	0,67±0,02
Kabangka Thai		KBKTIG 10-5.3	50,00±0,00	20,21±0,00	0,00±0,00	3,49±0,07	1,08±0,02
		TMPKG 10-4.1	49,91±0,08	19,97±0,01	6,90±0,00	0,18±0,00	0,05±0,00
Tempoyak		TMPKG 10-4.2	49,19±0,66	20,49±0,03	6,35±0,00	0,11±0,00	0,06±0,00
		Dry Baker's Yeast	DBY1	49,85±0,00	21,98±0,01	0,01±0,00	0,04±0,00

* Konsentrasi hasil fermentasi yang diikuti dengan standar deviasi

Konsentrasi etanol dipengaruhi oleh konsentrasi produk samping seperti asetat, laktat dan gliserol yang terbentuk selama fermentasi (Riyanti

2011; Goold *et al.* 2017). Konsep tersebut dapat menjelaskan fenomena isolat TSX2 10-4.1.5 dan TSX2 10-4.1.1 yang lebih banyak mengkonsumsi xilosa, tetapi menghasilkan etanol dengan konsentrasi rendah (Tabel 2). Produk etanol yang rendah dipengaruhi oleh xilosa lebih banyak dikonversi menjadi asetat, laktat dan gliserol. Isolat TSX2 10-4.1.5 dan TSX2 10-4.1.1 hanya mampu mengkonversi 2,20% dan 1,61% menjadi etanol sedangkan 30,03%, 30,95% dan 13,84%, 15,84% menjadi asetat dan laktat serta 0,71% dan 0,48% menjadi gliserol (Tabel 3).

Hasil penelitian pada Tabel 2 diketahui isolat DBY1, TKH 10-2.1.5 dan TS 10-5.1.5 menghasilkan etanol tertinggi yaitu 21,98 g/L, 20,95 g/L dan 20,69 g/L. Isolat TMPKG 10-4.1 lebih rendah menghasilkan etanol, karena 13,82%, 0,36%, 0,10%, glukosa dikonversi menjadi asetat, laktat dan gliserol (Tabel 3). *Yield* etanol maksimum dari konversi glukosa secara teoritis sebesar 0,51 g/g atau 51% dan 0,46 g/g atau 46% dari konversi xilosa (Lee *et al.* 2001; Chang *et al.* 2018). Dengan demikian konversi xilosa maupun glukosa menjadi etanol seperti pada Tabel 3 masih relatif rendah, hal ini selain disebabkan oleh banyaknya substrat dikonversi menjadi produk samping dapat diduga, juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jumlah inokulum, suhu inkubasi serta waktu fermentasi yang belum optimum.

Tabel 3. Persentase senyawa produk fermentasi isolat khamir terpilih

Senyawa	Fermentasi Xilosa									
	TKHX2 10-3.1.1		TKHX2 10-3.1.2		TSX2 10-4.1.1		TSX2 10-4.1.5		KBKTI 10-5.1	
	P	Y	P	Y	P	Y	P	Y	P	Y
Etanol (g/L)	0,77	12,98	0,61	11,82	0,20	1,61	0,28	2,20	0,80	16,84
Asetat (g/L)	2,00	33,73	1,77	34,30	3,85	30,95	3,82	30,03	0,02	0,42
Laktat (g/L)	1,12	18,89	3,56	68,99	1,97	15,84	1,76	13,84	0,02	0,42
Gliserol (g/L)	0,05	0,84	0,07	1,36	0,06	0,48	0,09	0,71	0,25	5,26
Konsumsi Xilosa (g/L)	5,93	-	5,16	-	12,44	-	12,72	-	4,75	-

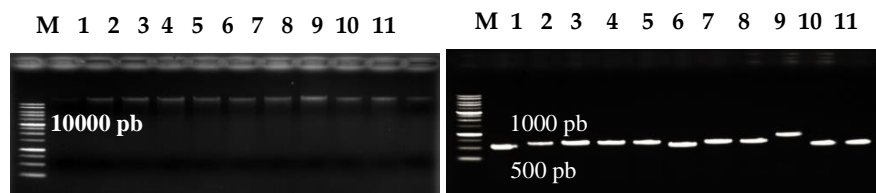
Senyawa	Fermentasi Glukosa											
	TKH 10-2.1.5		TS 10-5.1.5		KBKTIG 10-5.3		TMPKG 10-4.1		TMPKG 10-4.2		DBY1	
	P	Y	P	Y	P	Y	P	Y	P	Y	P	Y
Etanol (g/L)	20,95	41,90	20,69	42,16	20,21	40,42	19,97	40,01	20,49	41,65	21,98	44,09
Asetat (g/L)	0,53	1,06	0,73	1,49	0,00	0,00	6,90	13,82	6,35	12,91	0,01	0,02

Laktat (g/L)	0,06	0,12	0,35	0,71	3,49	6,98	0,18	0,36	0,11	0,22	0,04	0,08
Gliserol (g/L)	0,97	1,94	0,67	1,37	1,08	2,16	0,05	0,10	0,06	0,12	1,35	2,71
Konsumsi Glukosa (g/L)	50,00	-	49,07	-	50,00	-	49,91	-	49,19	-	49,85	-

Keterangan: Konsentrasi xilosa dalam media adalah 20 g/L, konsentrasi glukosa adalah 50 g/L, P: produksi (g/L), Y: yield produk (%) yang didefinisikan sebagai rasio konsentrasi produk yang dihasilkan dengan substrat yang dikonsumsi (Chang et al. 2018)

Identitas Molekuler Khamir berdasarkan Sekuen Daerah ITS

DNA genom khamir terpilih berhasil diisolasi, hal ini ditunjukkan dengan adanya pita yang tegas seperti pada Gambar 1a. Selain kualitas, kemurnian DNA juga dievaluasi. Optikal densiti DNA yang diperoleh sebesar 1,17-1,51 dengan konsentrasi 23,9-76,6 ng/ μ L. Widyastuti (2015) menyatakan nilai kemurnian yang baik yaitu berkisar 1,8-2,0. Jika optikal kemurnian lebih dari 2,0 menunjukkan adanya kontaminasi RNA, sedangkan jika kemurnian kurang dari 1,8 kemungkinan terdapat kontaminasi protein. Dengan demikian, DNA genom hasil isolasi kemungkinan terkontaminasi oleh protein. Namun, konsentrasi DNA yang diperoleh cukup baik dan memenuhi syarat untuk amplifikasi DNA daerah ITS.



Gambar 1. Profil elektroforegram hasil (a) isolasi DNA genome khamir, (b) amplicon sekuen daerah ITS1-ITS4 pada agarosa 1%. M= 1 kb Ladder DNA dan 1-11= sampel isolat khamir menyesuaikan kode isolat pada Tabel 4

DNA sekuen daerah ITS berhasil teramplifikasi, hal ini ditunjukkan dengan adanya pita tegas seperti pada Gambar 1b. Amplicon sekuen ITS yang diperoleh sebesar 500-900 pb. Panjang amplicon yang diperoleh masuk ke dalam rentang nilai ukuran amplifikasi daerah ITS1-5,8s-ITS2 menurut Pramateftaki *et al.* (2000) yaitu sebesar 390-900 pb. Dengan demikian amplicon yang diperoleh adalah benar-benar DNA sekuen daerah ITS.

Hasil sekuensing selanjutnya dilakukan analisis *contig* sehingga

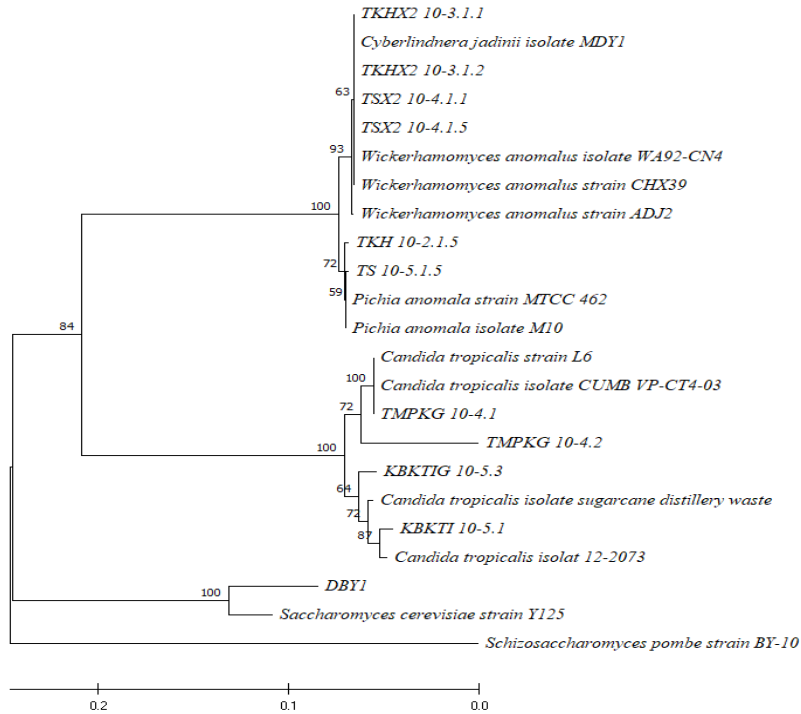
diperoleh sekuen daerah ITS. Hasil BLASTn sekuen dengan basis data yang ada di GeneBank menunjukkan bahwa khamir hasil isolasi berkerabat dengan strain *Candida tropicalis*, *Cyberlindnera jadini*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Pichia anomala* dan *Saccharomyces cerevisiae* pada % identity 91,88-99,83% (Tabel 4). Nilai identitas maksimum yang tinggi menandakan tingkat homologi antar sekuen semakin tinggi (Claverie dan Notredame 2003). Persentase kesalahan probabilitas kemiripan sekuen yang dibandingkan juga sangat rendah, hal tersebut karena nilai nilai *E-value* yang diperoleh adalah 0 (nol) (Nugraha *et al.* 2014).

Tabel 4. Hasil BLASTn sekuen daerah ITS isolat khamir

No Kode	Kode Isolat	Strain yang Berkerabat/Aksesi	<i>E. Value</i>	% <i>Ident.</i>
1	KBKTI 10-5.1	<i>Candida tropicalis</i> isolat 12-2073/ KX664506.1	0,0	98,51
2	TKHX2 10-3.1.1	<i>Cyberlindnera jadini</i> isolat MDY1/ MN498028.1	0,0	99,52
3	TKHX2 10-3.1.2	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> isolat WA92-CN4/ KT580797.1	0,0	94,49
4	TSX2 10-4.1.1	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain ADJ2/ KX904346.1	0,0	94,28
5	TSX2 10-4.1.5	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> strain CHX39/ KY626331.1	0,0	94,11
6	KBKTIG 10-5.3	<i>Candida tropicalis</i> isolat sugarcane distillery waste/ MK027142.1	0,0	97,51
7	TS 10-5.1.5	<i>Pichia anomala</i> strain M10/ FJ865436.1	0,0	99,83
8	TKH 10-2.1.5	<i>Pichia anomala</i> strain MTCC 462/ AY231607.1	0,0	99,83
9	DBY1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain Y125/ MN585899.1	0,0	91,88
10	TMPKG 10-4.1	<i>Candida tropicalis</i> strain L6/ KF806464.1	0,0	92,63
11	TMPKG 10-4.2	<i>Candida tropicalis</i> isolate CUMB VP-CT4-03/ MT149215.1	0,0	93

Nilai identitas maksimum rentang 82-93% menunjukkan novelty pada tingkat genus (Hagstrom *et al.* 2000). Maka isolat DBY1, TMPKG 10-4.1, TMPKG 10-4.2 merupakan genus *Saccharomyces* dan *Candida* yang berbeda dengan isolat genus lainnya. Analisis pohon filogenetik berdasarkan sekuens daerah ITS juga menguatkan bahwa isolat TMPKG 10-4.1 dan TMPKG 10-4.2 membentuk sub *clade* yang berbeda dengan isolat KBKTI 10-5.1 dan KBKTIG 10-5.3 dengan nilai *bootstrap* percabangan adalah 100% (Gambar 2). Nilai *bootstrap* tersebut menunjukkan bahwa percabangan

antara TMPKG 10-4.1, TMPKG 10-4.2 dan KBKTI 10-5.1, KBKTIG 10-5.3 memiliki kestabilan yang sangat tinggi.



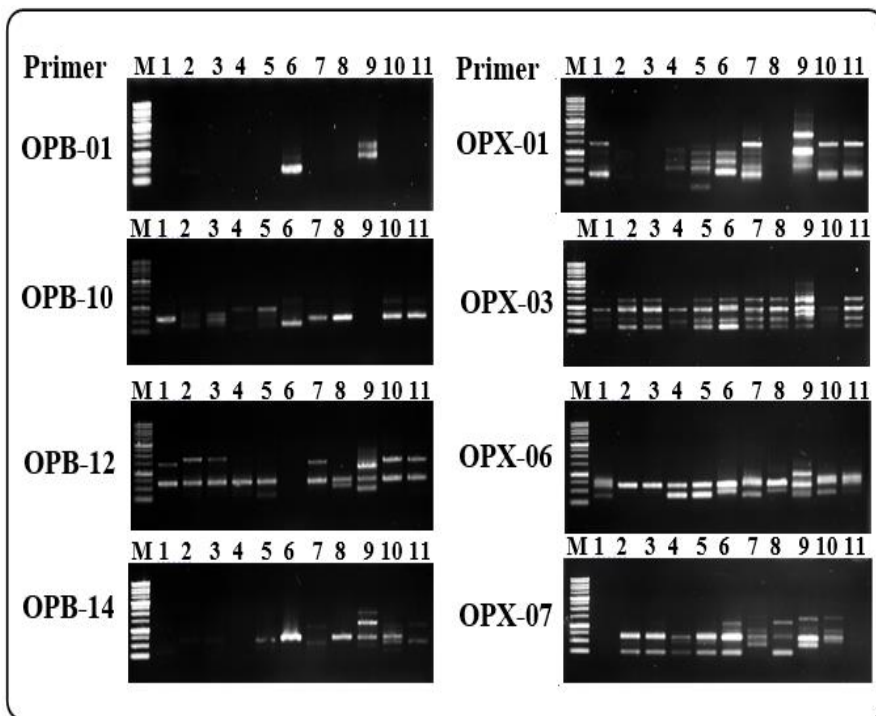
Gambar 2. Filogenetik khamir dengan beberapa khamir pembanding dari GenBank berdasarkan sekuen daerah ITS. Kontruksi filogenetik menggunakan metode *Neighbour-joining* dan analisis *bootstrap* (1000 replicates). Jarak evolusi dihitung dengan model *p-distance* dalam *software* MEGA X. Nilai *bootstrap* diatas 70% menunjukkan kestabilan cabang pohon yang tinggi (Osawa et al. 2004)

Isolat TS 10-5.1.5 dan TKH 10-2.1.5 identik dengan *Pichia anomala* berada dalam sub clude yang sama membentuk satu *clade* dengan isolat TSX2 10-4.1.1, TSX2 10-4.1.5, TKHX2 10-3.1.1, TKHX2 10-3.1.2, hal ini menunjukkan bahwa TS 10-5.1.5 dan TKH 10-2.1.5 berkerabat jauh dengan isolat TMPKG 10-4.1, TMPKG 10-4.2, KBKTI 10-5.1 dan KBKTIG 10-5.3 yang merupakan isolat identik dengan *Candida* pada nilai *bootstrap* 84%. Pohon filogenetik (Gambar 2) menggambarkan bahwa isolat yang mampu menggunakan xilosa berada pada cabang yang jauh dengan isolat DBY1

(*Saccharomyces*), sehingga dapat dikatakan bahwa khamir yang mampu menggunakan xilosa berasal dari nenek moyang berbeda dengan *Saccharomyces* yang tidak mampu memfermentasi xilosa.

Keanekaragaman Genetik Isolat Khamir berdasarkan Analisis RAPD

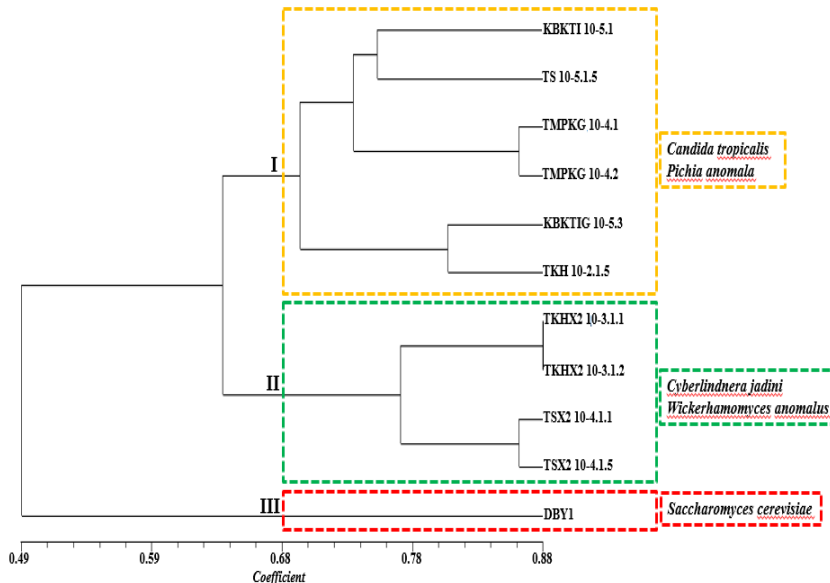
Khamir terpilih identik dengan spesies *Candida tropicalis*, *Cyberlindnera jadini*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Pichia anomala* dan *Saccharomyces cerevisiae*, maka untuk mendukung analisis molekuler berdasarkan ITS juga dilakukan analisis RAPD untuk melihat keanekaragaman genetik antara isolat khamir hasil isolasi. Hasil analisis RAPD disajikan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Profil elektroforegram hasil amplifikasi primer RAPD pada agarosa 1%. M= 1 kb Ladder DNA dan 1-11= sampel isolat khamir menyesuaikan kode isolat pada Tabel 4

Random amplified polymorphic DNA (RAPD) adalah polimorfisme DNA yang dihasilkan oleh amplifikasi segmen DNA acak dengan sekuen primer tunggal. RAPD dapat diterapkan untuk membedakan antara dua individu organisme dalam satu spesies (Suharsono *et al.* 2020). Berdasarkan hasil analisis RAPD diketahui bahwa pada jarak genetik 0,68 isolat khamir hasil isolasi mengklompok ke dalam 3 kluster (Gambar 4). Hasil analisis kluster

diketahui pula bahwa isolat DBY1 berada pada kluster terluar pada jarak genetik 0,49. Hasil analisis kluster (Gambar 4) mempertegas hasil BLASTn (Tabel 4) dan analisis filogenetik berdasarkan sekuen daerah ITS (Gambar 2) yang menunjukkan bahwa beberapa isolat yang diperoleh tergolong dalam satu spesies namun berbeda.



Gambar 4. Analisis cluster 11 isolat khamir terpilih yang dikonstruksi dengan SAHN-UPGMA menggunakan software NTSYS-pc

KESIMPULAN

Diperoleh 5 isolat khamir terbaik yang mampu memfermentasi xilosa dan 6 isolat terbaik yang memfermentasi glukosa. Identitas molekuler berdasarkan sekuen daerah ITS diketahui bahwa isolat terbaik yang memfermentasi xilosa adalah *Candida tropicalis*, *Cyberlindnera jadinii*, *Wickerhamomyces anomalus* dan isolat terbaik yang memfermentasi glukosa adalah *Pichia anomala* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Strain isolat khamir hasil isolasi sangat potensial untuk produksi bioetanol menggunakan substrat xilosa, glukosa dan lignoselulosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Branco, R.H.R., Serafim L.S., Xavier, A.M.R.B. (2018) Second generation bioethanol production: on the use of pulp and paper industry wastes as feedstock. *Fermentation*, 5(1), 4.
- Cardona, C.A. & Sanchez, O.J. (2007) Fuel ethanol production: process design trends and integration opportunities. *Bioresour Technology*,

- 98, 2415–2457.
- Chang, Y.H., Chang, K.S., Chen, C.Y., Hsu, C.L., Chang, T.C., Jang, H.D. (2018) Enhancement of the efficiency of bioethanol production by *Saccharomyces cerevisiae* via gradually batch-wise and fed-batch increasing the glucose concentration. *Fermentation*, 4(2), 45.
- Claverie, J.M., & Notredame, C. (2003) *Bioinformatics for dummies*. Indianapolis, Wiley Publishing.
- Dimidi, E., Cox, S.R., Rossi, M., Whelan, K. (2019) Fermented foods: definitions and characteristics, impact on the gut microbiota and effects on gastrointestinal health and disease, *Nutrients*, 11(8), 1806.
- Goold, H.D., Kroukamp, H., Williams, T.C., Paulsen, I.T., Varela, C., Protorius, I.S. (2017) Yeast's balancing act between ethanol and glycerol production in low-alcohol wines. *Microbial Biotechnology*, 10(2), 264-278.
- Hagstrom, A., Pinhassi, J., Zweifel, U.L. (2000) Biogeographical diversity among marine bacterioplankton. *Quatic Microbial Ecology*, 21, 231-244.
- Ioelovich, M. (2015) Recent findings and the energetic potential of plant biomass as a renewable source of biofuels-a review. *Bioresources*, 10(1), 1627-1663.
- Jelena, M.D., Damjan, G.V., Sinisa, N.D., Jovana, A.G., Stevan, D.P., Natasa, M.N. (2012) Kinetic modelling of batch ethanol production from sugar beet raw juice. *Applied Energy*, 99(1), 192-197.
- Komesu, A., Oliveira, J., Neto, J.M., Delosso, E., Pentead, Diniz, A.A.R., Martins, L.H.D.S. (2020) Xylose fermentation to bioethanol production using genetic engineering microorganisms. India, Elsevier Inc.
- Lee, Tae-Hee, Kim, M.Y., Ryu, Y.W., Seo, J.H. (2001) Estimation of theoretical yield for ethanol production from D-xylose by recombinant *Saccharomyces cerevisiae* using metabolic pathway synthesis algorithm. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 11(3), 384-388.
- Limayem, A., & Rieke, S.C. (2012) Lignocellulosic biomass for bioethanol production: current perspectives, potential issues and future prospects. *Progres in Energy and Combustion Science*, 38(4), 449-467.
- Modig, T., Liden, G., Taherzadeh, M. (2002) Inhibition effect of furfural on alcohol dehydrogenase, aldehyd dehydrogenase and pyruvate dehydrogenase. *Biochemical Journal*, 363(3), 769-776.
- Mussatto, S.I., Machado, E. M.S., Carneiro, L.M., Teixeira, J.A. (2012), Sugar metabolism and ethanol production by different yeast strains from

- coffee industry wastes hydrolysates. *Applied Energy*, 92, 763-768.
- Nugraha, F., Roslim, D.I., Ardilla Y.P., Herman (2014) Analysis of partial gene sequence ferritin2 on rice plants (*Oryza sativa* L.) Indragiri Hilir, Riau. *Biosantika*, 6(2), 94-103.
- Osawa, S., Zhi-Hui, S., Yuki, I. (2004) Molecular phylogeny and evolution of carabid ground beetles. Tokyo, Springer-Verlag.
- Pramateftaki, P.V., Lanaridis, P., Typas, M.A. (2000) Molecular identification of wine yeasts at species or strain level: a case study with strains from two vinegrowing areas of Greece. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 236-248.
- Riyanti, E.I. (2009) Biomassa sebagai bahan baku bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(3).
- Riyanti, E.I. (2011) Beberapa gen pada bakteri yang bertanggung jawab terhadap produksi bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(2), 41-47.
- Robak, K., Balcerak, M. (2018) Review of second generation bioethanol production from residual biomass. *Food Technology and Biotechnology*, 56(2),
- Seidl, P.R. & Goulart, A.K. (2016) Pretreatment processes for lignocellulosic biomass conversion to biofuels and bioproducts. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 2, 48-53.
- Selim, K.A., Easa, S.M., El-Diwanly, A.I. (2020) The xylose metabolizing yeast *Spathaspora passalidarum* is a promising genetic treasure for improving bioethanol production. *Fermentation*, 6(33),
- Shote, A.S. (2019) Biofuel: An environmental friendly fuel. *Anaerobic Digestion*, doi:10.5772/intechopen.82856
- Soka, S., & Susanto, A. (2010) Genetic diversity of yeast from fermented orange juice based on PCR-RFLP and sequence analysis of the internal transcribed spacer regions. *Microbiology Indonesia*, 4(1), 1-5.
- Suharsono, Nurandinie, D.R., Tjahjoleksono, A. (2020) Analysis of mutant of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Kennebec. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, doi:10.1088/1755-1315/457/1/012074.
- Takeuchi, K., Shiroshima, H., Saito, O., Matsura, M. (2019) *Biofuel and Sustainability, Holistic Perspectives for Policy-Making*. Jepang, Springer.
- Widyastuti, D.A. (2015) Isolasi DNA kromosom *Salmonella* sp. dan visualisasinya pada elektroforesis gel agarosa. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II*, ISSN: 2527-533X.

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 bahasanya 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