



UNIVERSITAS MULAWARMAN

ORASI ILMIAH GURU BESAR
UNIVERSITAS MULAWARMAN

Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si.

POTENSI PADI LOKAL KALIMANTAN TIMUR DALAM
PEMULIAAN TANAMAN PADI UNTUK PERAKITAN
VARIETAS UNGGUL BARU

21 September 2023
GOR 27 September, Universitas Mulawarman

Hak cipta ada pada penulis

FOTO ORATOR



Prof. Dr.sc.agr. Nurhasanah, S.P., M.Si.

DAFTAR ISI

FOTO ORATOR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
SINOPSIS.....	1
A. Pendahuluan.....	4
B. Eksplorasi Padi Lokal Kalimantan Timur dan Utara....	5
C. Keragaman Genetik Padi Lokal Kalimantan Timur	6
D. Ketahanan Padi Lokal terhadap Cekaman Biotik	7
E. Ketahanan Padi Lokal terhadap Cekaman Abiotik.....	9
F. Beras Lokal Berpigmentasi	10
G. Perbaikan Genetik Padi Lokal Kalimantan Timur Melalui Pendekatan Bioteknologi	16
H. Potensi Padi Lokal Kalimantan Timur dalam Perakitan Varietas Unggul.....	18
I. Rekomendasi dan Prospek Masa Depan.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21
UCAPAN TERIMA KASIH	24
CURRICULUM VITAE	26

SINOPSIS

Kalimantan Timur merupakan salah pusat keragaman genetik di Indonesia, dengan kekayaan alam hayati yang melimpah, termasuk keragaman padi lokal yang memiliki berbagai sifat unggulan. Hasil eksplorasi terhadap padi lokal yang ada di Kalimantan Timur dan Utara, berhasil dikumpulkan sebanyak 345 kultivar padi lokal, yang didominasi oleh padi ladang/padi gunung. Keragaman genetik yang tinggi diamati pada kultivar-kultivar padi lokal tersebut, dengan variasi tinggi tanaman antara 66 - 209.33 cm, jumlah anakan dari 2 - 66, diameter batang 0.23 - 1.03 cm, panjang daun 39 - 108.33 cm, lebar daun 0.83 - 2.67 cm, sudut daun 10-50°, berat 100 biji 1,3-4 gram; serta keragaman karakter kualitatif lainnya. Beberapa karakter yang berkaitan dengan potensi hasil yang tinggi juga diamati pada padi lokal Kalimantan Timur. Terdapat kultivar padi lokal yang memiliki jumlah anakan lebih dari 50, dengan anakan produktif 70-100%, dan panjang malai mencapai 43,5 cm. Beberapa kultivar memiliki cabang malai sekunder dengan kategori rapat/banyak. Semua karakter komponen hasil ini menunjukkan besarnya peluang pemanfaatan padi ladang lokal dalam perakitan varietas unggul dengan potensi hasil tinggi.

Kultivar-kultivar padi lokal diamati memiliki ketahanan terhadap cekaman lingkungan biotik, yaitu toleran terhadap penyakit hawar bakteri, bercak coklat sempit, bercak coklat, dan hawar pelepah. Selain ketahanan vertikal (*narrow-spectrum resistance*) terhadap penyakit tertentu, beberapa kultivar padi lokal juga memiliki ketahanan yang bersifat horizontal (*broad-spectrum resistance*), yaitu tahan terhadap beberapa jenis penyakit/patogen sekaligus. Kultivar padi lokal juga memiliki ketahanan terhadap serangan hama penting pada tanaman padi yaitu walang sangit, wereng coklat, kepik hijau, kepik coklat, dan belalang.

Padi lokal juga diamati tenggang terhadap lingkungan abiotik yang kurang menguntungkan. Beberapa kultivar padi lokal diamati toleran terhadap cekaman kekeringan, salinitas, besi dan aluminium. Toleransi kultivar padi lokal terhadap cekaman ini juga terkonfirmasi melalui analisis molekular menggunakan primer yang terpaut dengan gen penyandi sifat toleransi terhadap cekaman abiotik tersebut.

Keragaman beras berpigmentasi juga diamati terdapat pada sumberdaya genetik padi lokal Kalimantan Timur. Terdapat 20 kultivar beras berpigmentasi yang terdiri atas 15 kultivar beras merah dan 5 kultivar beras hitam. Kultivar beras berpigmentasi lokal ini memiliki kandungan metabolit sekunder, termasuk fenolik, flavonoid, antosianin, dan kapasitas antioksidan yang tinggi sehingga sangat potensial untuk pengembangan pangan fungsional. Hasil analisis genetik menunjukkan adanya perbedaan genetik antara beras hitam dan beras merah lokal, dengan beras hitam lain yang ada di Indonesia; yang dibuktikan melalui analisis molekular menggunakan marka ISSR maupun analisis DNA barcoding menggunakan gen RbcL dan MatK. Salah satu kultivar beras hitam lokal terbaik yang diteliti, yaitu beras hitam Krayan asal Kabupaten Nunukan telah dimanfaatkan dalam pembuatan produk pangan fungsional melalui pembuatan permen jelly yang berasal dari ekstrak beras hitam krayan, yang telah dipatenkan dengan nomor paten IDS. 000002529.

Usaha perbaikan genetik kultivar padi lokal Kalimantan Timur telah dilakukan menggunakan pendekatan bioteknologi melalui induksi variasi somaklonal dan seleksi *in vitro* untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman lingkungan abiotik. Didapatkan galur-galur tanaman potensial toleran terhadap cekaman besi salinitas atau kadar garam tinggi), dan kekeringan hasil dari induksi variasi somaklonal dan seleksi *in vitro* kultivar padi lokal Kalimantan Timur.

Perbaikan genetik padi lokal asal Kalimantan Timur juga dilakukan melalui teknik kultur antera (anther) untuk mendapatkan tanaman haploid ganda. Berhasil didapatkan puluhan galur haploid ganda yang potensial untuk dikembangkan dalam perakitan varietas unggul hibrida padi dengan menggunakan keragaman genetik dan sifat unggul dari padi Lokal Kalimantan Timur.

Pemanfaatan kultivar lokal Kalimantan Timur, dalam program pemuliaan tanaman padi untuk perakitan varietas unggul baru dilakukan melalui persilangan antara padi lokal Kalimantan Timur “Serai Gunung” dengan varietas unggul nasional “Mekongga”, yang memiliki latar belakang genetik yang cukup luas menghasilkan perbaikan genetik yang sangat signifikan. Terpilih 35 galur harapan pada populasi F_3 dengan berat gabah per rumpun 80,37-124,85 gram; hampir lima kali lipat dari berat gabah isi per rumpun tetua Mekongga (25,50 gram); dengan konversi hasil per hektar berkisar 17- 27 ton jika ditanam dengan sistem jajar legowo (25x12,5)x50 cm, bahkan dapat mencapai 41.58 ton per hektar dengan jajar legowo 2:1 (20X10)x40 cm. Kemajuan genetik juga diamati dalam umur panen tanaman hasil persilangan, dimana terdapat galur yang memiliki umur panen lebih cepat dari tetua Mekongga, yaitu 118 hari. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan genetik yang sangat potensial untuk perakitan varietas unggul baru dengan memanfaatkan potensi padi lokal Kalimantan Timur yang diharapkan dapat memecahkan stagnasi pada varietas-varietas yang sudah ada.

A. Pendahuluan

Keragaman genetik merupakan bahan dasar dalam perakitan kultivar-kultivar unggul baru yang memiliki produktivitas dan kualitas hasil yang lebih baik, yang merupakan tujuan utama dari program pemuliaan tanaman. Saat ini pemuliaan tanaman tidak hanya terfokus pada pengembangan varietas unggul baru yang mempunyai hasil dan kualitas hasil yang tinggi, tetapi juga ketahanan dan kemampuan beradaptasi terhadap faktor cekaman biotik dan abiotik untuk penerapan sistem pertanian yang berkelanjutan. Oleh karena itu kajian terhadap keragaman genetik yang kita miliki merupakan hal yang sangat penting untuk mendukung terwujudnya tujuan pemuliaan tanaman tersebut.

Kalimantan Timur (Kaltim) merupakan provinsi terluas kedua di Indonesia setelah Papua, dengan luas 194.489 km persegi yang hampir sama dengan Pulau Jawa atau sekitar 6,8% dari total luas wilayah Indonesia, sebelum provinsi ini mengalami pemekaran. Pada tahun 2012, terjadi pemekaran wilayah Kaltim, dengan pembentukan Provinsi Kalimantan Utara. Beberapa kabupaten dan kota yang dulu merupakan bagian wilayah Kalimantan Timur, sekarang masuk ke dalam wilayah administrasi Kalimantan Utara.

Sebagai salah satu pusat keragaman genetik di Indonesia, Kalimantan Timur dan Utara memiliki kekayaan alam hayati yang melimpah, diantaranya terdapat berbagai spesies tanaman lokal/khas yang hanya terdapat di provinsi ini. Provinsi ini juga dikenal memiliki keragaman padi lokal yang tinggi dengan berbagai sifat unggulan (Nurhasanah dan Widi Sunaryo 2015; Nurhasanah et al., 2016). Kultivar padi lokal mempunyai variabilitas genetik yang tinggi karena adaptasinya terhadap berbagai agro-ekologi kondisi (Yawen et al. 2003; Sarawgi dan Bine 2007). Kultivar padi lokal menyediakan keragaman genetik

untuk diversifikasi genepool tanaman padi yang sangat berguna untuk perakitan varietas padi unggul baru.

Pemanfaatan varietas-varietas padi lokal untuk program pemuliaan tanaman padi memerlukan karakteristik dan seleksi tanaman yang komprehensif untuk memetakan potensi dari varietas-varietas tersebut. Sehubungan dengan hal ini, diperlukan adanya proses identifikasi, seleksi dan evaluasi dari karakter-karakter unggul yang dimiliki. Identifikasi, seleksi dan evaluasi merupakan tahapan-tahapan penting dalam program pemuliaan tanaman. Keanekaragaman plasma nuftah yang luas perlu diidentifikasi sifat-sifat khas yang dibawanya, kemudian diseleksi berdasarkan hasil identifikasi sesuai dengan tujuan program pemuliaan.

Tersedianya keragaman genetik tanaman padi yang luas akan sangat membantu keberhasilan program pemuliaan tanaman padi. Pemanfaatan potensi varietas-varietas padi lokal, yang memiliki sifat-sifat unggulan yang sebagian besar belum teridentifikasi dengan baik, dapat digunakan untuk mendukung keberhasilan program pemuliaan tanaman padi.

B. Eksplorasi Padi Lokal Kalimantan Timur dan Utara

Hasil eksplorasi sumber daya genetik padi lokal pada sembilan wilayah kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara yang dilakukan sejak tahun 2012 menunjukkan masih tingginya keragaman genetik padi lokal yang terdapat di beberapa kabupaten tersebut, yaitu di Kabupaten Penajam Paser Utara, Kabupaten Paser, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kabupaten Kutai Timur, Kabupaten Kutai Barat, dan Kabupaten Berau (Provinsi Kalimantan Timur); Kabupaten Bulungan, Kabupaten Malinau, dan Kabupaten Nunukan (Provinsi Kalimantan Utara).

Sebanyak 345 kultivar padi lokal berhasil dikumpulkan dari 9 kabupaten, yang terdiri atas 69 padi ketan/pulut dan 279 padi beras (Tabel 2). Sebagian besar dari padi-padi lokal tersebut ditanam secara ladang (80%) atau sering disebut sebagai padi ladang/padi gunung.

Tabel 1. Hasil eksplorasi padi lokal pada beberapa kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara

No.	Kabupaten	Jumlah Kultivar	Jenis padi		Tipe penanaman	
			Beras	Ketan	Sawah	Ladang
<i>Kalimantan Timur</i>						
1	PPU	30	22	8	16	14
2	Paser	41	31	10	5	36
3	Kutai Barat	44	40	4	8	36
4	Kutai Kartanegara	31	25	6	1	30
5	Kutai Timur	73	56	17	1	72
6	Berau	24	17	7	0	24
<i>Kalimantan Utara</i>						
7	Bulungan	25	20	5	7	18
8	Nunukan	44	35	9	16	28
9	Malinau	33	30	3	15	18
TOTAL		345	276	69	69	276

C. Keragaman Genetik Padi Lokal Kalimantan Timur

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan tingginya keragaman karakter agromorfologi yang dimiliki oleh padi lokal Kalimantan Timur (Nurhasanah et al., 2016). Variasi tinggi tanaman berkisar antara 66 cm sampai 209.33 cm, jumlah anakan dari 2 sampai 66 anakan, diameter batang 0.23 cm sampai 1.03 cm, panjang daun dari 39 cm sampai 108.33 cm, lebar

daun antara 0.83 sampai 2.67 cm, panjang lidah daun 11 mm sampai 55 mm, sudut daun dari 10-50°, berat 100 biji dari 1,3-4 gram; serta keragaman karakter kualitatif lainnya. Luasnya variasi genetik ini menunjukkan tingginya keragaman genetik padi lokal yang terdapat di Kalimantan Timur, sebagai genepool untuk program pemuliaan tanaman padi.

Beberapa karakter yang berkaitan dengan potensi hasil yang tinggi juga diamati pada padi lokal Kalimantan Timur dan Utara (Nurhasanah et al., 2017). Dari pengamatan terhadap 146 kultivar padi ladang lokal Kalimantan Timur dan Utara, diamati 25 kultivar yang memiliki lebih dari 30 anakan. Terdapat 3 kultivar yang memiliki jumlah anakan lebih dari 50. Sebagian besar kultivar (80%) memiliki anakan produktif lebih dari 70%. Selain itu, 9 kultivar memiliki anakan produktif 100%, dimana semua anakan menghasilkan malai. Panjang malai kultivar padi gogo lokal berkisar antara 14,5 cm hingga 43,5 cm, dengan sebagian besar populasi memiliki ukuran panjang malai antara 20-30 cm. Beberapa kultivar juga Sebanyak 12 kultivar (8,2%) kultivar diamati memiliki cabang malai sekunder dengan kategori rapat/banyak. Semua karakter komponen hasil ini menunjukkan besarnya peluang pemanfaatan padi ladang lokal dalam perakita varietas unggul dengan potensi hasil tinggi.

D. Ketahanan Padi Lokal terhadap Cekaman Biotik

Penyakit tanaman merupakan kendala utama dalam mendapatkan hasil yang optimal pada tanaman termasuk padi. Penggunaan varietas toleran adalah salah satu pendekatan paling praktis dan ekonomis untuk mengatasi masalah ini. Populasi padi lokal adalah sumber daya genetik penting yang mengandung gen yang berguna untuk banyak sifat penting, termasuk karakter ketahanan terhadap penyakit.

Kultivar-kultivar padi ladang lokal Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara ini ditenggarai membawa gen yang memberikan resistensi terhadap satu atau lebih patogen, sehingga dapat digunakan sebagai sumber gen untuk ketahanan vertikal atau horizontal tanaman padi dalam program pemuliaan.

Sebanyak 109 varietas padi gogo lokal asal Kalimantan Timur dan Utara yang diuji ketahanannya terhadap penyakit, diamati bahwa sebagian besar tanaman toleran atau moderat toleran terhadap penyakit hawar bakteri (86,23%), bercak coklat sempit (77,98%), bercak coklat (97,25%), dan hawar pelepah (100%). Terdapat kultivar tanaman yang sama sekali tidak terserang penyakit hawar bakteri (15 kultivar), bercak coklat sempit (32 kultivar), bercak coklat (56 kultivar), dan hawar pelepah (91 kultivar) baik dalam pengujian di rumah kaca maupun di lapangan. Beberapa varietas padi lokal tidak hanya memiliki ketahanan vertikal saja (*narrow-spectrum resistance*) tetapi juga memiliki ketahanan yang bersifat horizontal (*broad-spectrum resistance*), yaitu tahan terhadap beberapa jenis penyakit sekaligus (Nurhasanah et al. 2018).

Kultivar padi lokal juga memiliki ketahanan terhadap serangan hama pada tanaman padi. Dari 70 kultivar padi lokal dari Kalimantan Timur dan Utara yang diamati, terdapat 31 kultivar (44,29%) yang tahan terhadap serangan walang sangit (*Leptocorisa sp*), 69 kultivar (98,57%) tahan terhadap wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal), 63 kultivar (90%) tahan terhadap kepik hijau (*Nezara viridula*), 56 kultivar (80%) tahan terhadap kepik coklat (*Anoplocnemis spp.*), dan 20 kultivar (28,57%) tahan terhadap serangan belalang (*Locusta spp.*).

Adanya toleransi tanaman terhadap cekaman lingkungan biotik tersebut diharapkan dapat mendukung terwujudnya pertanian berkelanjutan berbasis kelestarian lingkungan hidup (Hura et al., 2008; Geigera et al., 2010).

E. Ketahanan Padi Lokal terhadap Cekaman Abiotik

Padi lokal juga tenggang terhadap lingkungan abiotik yang kurang menguntungkan seperti tanah asam, keracunan aluminium dan besi, kekeringan dan salinitas (Subroto 2002; Rusdiansyah, 2006; Nurhasanah 2017).

Hasil pengujian terhadap 23 kultivar padi lokal asal Kalimantan Timur menunjukkan bahwa hampir semua kultivar tergolong toleran terhadap cekaman besi (200 ppm $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), dimana 5 kultivar (21,74%) toleran, dan 16 kultivar agak toleran (moderat) (69,57%) berdasarkan pengamatan terhadap panjang akar maksimal; 9 kultivar toleran (39,13%) dan 12 kultivar (52,17%) agak toleran (moderat) berdasarkan parameter total pertumbuhan akar (Nurhasanah, 2019).

Pengujian toleransi kultivar padi lokal terhadap cekaman aluminium menunjukkan bahwa, dari 23 kultivar padi lokal yang dicobakan terdapat 9 kultivar yang toleran dan 3 kultivar moderat toleran terhadap cekaman aluminium yang cukup ekstrim, yaitu 250 ppm AlCl_3 (setara dengan $1,874.91 \mu\text{M}$) yang merupakan konsentrasi cekaman aluminium tertinggi yang pernah dicobakan. Bahkan terdapat 2 kultivar yang moderat toleran pada cekaman aluminium 500 ppm AlCl_3 (setara dengan $3,749.81 \mu\text{M}$) (Nurhasanah et al., 2023).

Sifat toleransi padi lokal asal Kalimantan Timur terhadap cekaman aluminium ini di konfirmasi melalui analisis molekular menggunakan primer RM 205 dan RM 257 yang terletak pada kromosom 9. Kedua primer tersebut merupakan primer yang terpaut dengan gen penyandi sifat toleransi terhadap aluminium, yaitu gen Alt-9 (Anggraheni dan Mulyaningsih, 2017). Hasil penelitian menunjukkan 10 kultivar padi lokal terkonfirmasi membawa gen toleransi terhadap aluminium (Nurhasanah et al., 2023).

Toleransi padi lokal asal Kalimantan Timur terhadap cekaman kekeringan juga diamati melalui simulasi Polyethylene Glycol (PEG), suatu polimer yang dapat mengikat air sehingga air menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Terdapat empat varietas padi lokal yang toleran pada pemberian PEG baik pada konsentrasi 10% dan 20% yaitu varietas Jala Mengo, Serai Gunung, Sungkai, dan Tumiyang dari 23 padi lokal yang dicobakan. Ke-4 padi lokal ini potensial untuk dikembangkan sebagai kultivar yang toleran terhadap kekeringan.

Adanya ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan ini akan sangat bermanfaat dalam program perluasan lahan pertanian, yaitu untuk pemanfaatan lahan bermasalah atau lahan marjinal yang selama ini belum termanfaatkan dengan baik sehubungan dengan berkurangnya lahan-lahan produktif.

F. Beras Lokal Berpigmentasi

Keragaman genetik dari padi lokal Kalimantan Timur juga terlihat dari keragaman karakteristik warna bulir. Terdapat beberapa kultivar padi beras dan padi ketan lokal yang berpigmentasi. Dari 276 padi beras yang dikoleksi, terdapat 20 kultivar beras berpigmentasi yang terdiri atas 15 kultivar beras merah dan 5 kultivar beras hitam. Sedangkan untuk padi ketan, dari 69 jenis kultivar ketan, 15 kultivar merupakan ketan hitam dan 5 kultivar ketan merah (Tabel 2).

Beras yang berpigmentasi dikarenakan adanya kandungan antosianin pada beras. Antosianin merupakan senyawa metabolit sekunder berupa pigmen biru, merah, atau ungu yang ditemukan pada tanaman. Antosianin tergolong senyawa flavonoid yang baik untuk kesehatan karena memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas. Antosianin juga memiliki efek antidiabetes, antikanker, anti-inflamasi, antimikroba, dan anti-obesitas, serta pencegahan penyakit kardiovaskular (CVD) (He et al.

2012; Sutharut dan Sudarat 2012). Beras yang berwarna (berpigmentasi) dapat berperan sebagai pangan fungsional yang mengandung satu atau lebih komponen dengan fungsi fisiologis tertentu dan bermanfaat bagi kesehatan .

Terdapat keragaman warna dari beras berpigmentasi yang terdapat di Kalimantan Timur dan Utara (Gambar 1). Pada beras hitam, ada kultivar yang memiliki warna bulir hitam dengan bagian ujung berwarna putih, ada yang setengah bagian berwarna putih dan setengah lagi berwarna hitam, dan ada juga beras yang bulir bagian luarnya berwarna hitam tetapi jika dipatahkan bagian dalam beras berwarna putih. Demikian juga dengan beras/ketan merah. Warna merah/coklat dari beras atau ketan bervariasi, ada yang pekat dan ada yang tidak. Perbedaan pigmentasi/warna pada beras ini dipengaruhi oleh kadar antosianin yang terkandung didalam beras.

Tabel 2. Keragaman warna padi beras dan ketan yang ditemukan di di Kalimantan Timur dan Utara

No. Kabupaten	Padi Beras			Padi Ketan		
	Merah	Putih	Hitam	Hitam	Merah	Putih
1. PPU	1	21	0	1	1	6
2. Paser	0	31	0	0	0	10
3. Kutai Barat	2	38	0	1	0	3
4. Kutai Kartanegara	1	24	0	1	1	4
5. Kutai Timur	0	56	0	2	1	14
6. Bulungan	0	19	1	2	0	3
7. Nunukan	6	28	1	4	1	4
8. Malinau	5	22	3	1	0	2
10. Berau	0	17	0	3	1	3
<u>Jumlah</u>	15	256	5	15	5	49

Beberapa kultivar beras hitam lokal memiliki kandungan metabolit sekunder, termasuk fenolik, flavonoid, antosianin, dan kapasitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan beras berwarna lainnya. Hasil pengujian terhadap 20 kultivar beras berpigmentasi

dari seluruh Indonesia, diamati bahwa kultivar padi hitam lokal asal Kalimantan Timur (Samarinda 441) dan Kalimantan Utara (Krayan 435) memiliki kemampuan antioxidant yang sangat kuat dengan nilai IC_{50} dari DPPH masing masing 37.88 ± 0.04 (terbaik ke-7) dan 28.27 ± 0.03 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (terbaik ke-3). Nilai tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan ke-13 beras berpigmentasi lain yang berasal dari beberapa Provinsi lainnya di Indonesia. Selain itu, beras Krayan juga tergolong memiliki kandungan amilosa yang sangat rendah yaitu 14.51% dibandingkan beras merah lain yang berasal dari berbagai wilayah Indonesia (Fitri, Nurhasanah dan Handoyo, 2021).



Gambar 1. Beberapa keragaman kultivar padi lokal Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara yang berpigmentasi.

Berdasarkan hasil analisis genetik menggunakan dua puluh penanda mikrosatelit dan ISSR mengelompokkan beras merah krayan 437 pada sub cluster yang berbeda dengan beras Krayan 435 dan Samarinda 441. Ketiga beras berpigmentasi dari Kalimantan Timur dan Utara berada pada cluster yang berbeda dengan beras cempo ireng dengan nilai kesamaan 0,66 (66%) (Fitri, Nurhasanah dan Handoyo, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa beras hitam lokal yang terdapat di Kalimantan Timur dan Utara memiliki latar belakang genetik yang berbeda dengan beras hitam lain yang ada di Indonesia.

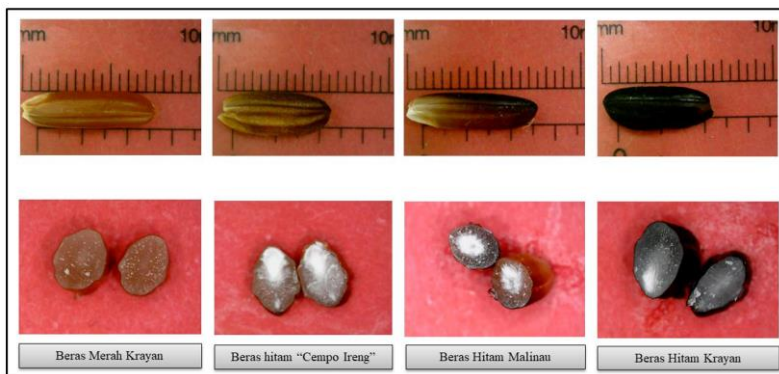
Hasil analisis DNA barcoding menggunakan gen *RbcL* dan *MatK* terhadap 4 kultivar beras lokal berpigmentasi juga menunjukkan adanya perbedaan genetik antara keempat beras lokal berpigmentasi tersebut. Hasil sequencing terhadap kedua gen tersebut menghasilkan ukuran yang bervariasi antara 594-601 bp untuk gen *RbcL* dan 915-925 bp untuk gen *MatK*. Walaupun keempat padi lokal yang berasal dari Krayan Nunukan tersebut dinamakan dengan penamaan yang hampir sama, yaitu Padi Krayan Merah, Padi Adan Merah, Padi Krayan Hitam, dan Padi Adan Hitam; namun hasil DNA barcoding menunjukkan ke-4 padi lokal tersebut berbeda secara genetik. Dengan tingkat kemiripan antara 99,16-99,83 dan 98,06-99,89, menurut gen *RbcL* dan *MatK* secara berturut-turut (Nurhasanah, *current work*).

Hasil penelitian terhadap beras berwarna yang telah dilakukan berhasil mendapatkan satu kultivar beras hitam, yaitu beras hitam Krayan asal Kabupaten Nunukan, Kalimantan utara yang memiliki kandungan antosianin dan antioksidan yang sangat tinggi. Beras hitam Krayan ini memiliki warna beras yang sangat hitam (*full black*) (Gambar 2) apalagi jika dibandingkan dengan beras hitam lainnya yang telah dijual secara komersial di daerah lain (Gambar 3). Berdasarkan pengujian secara invitro, bahan aktif /antioksidan yang dikandung didalam ekstrak beras

hitam ini mempunyai kemampuan yang tinggi didalam menangkal radikal bebas sehingga dapat berperan sebagai senyawa antikanker.



Gambar 2. Beras hitam lokal asal Desa Krayan, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara.



Gambar 3. Endosperma dari Beras Hitam Krayan dibandingkan dengan beras hitam dan beras merah lainnya.

Usaha hilirisasi dari beras hitam tersebut untuk pemanfaatannya dalam pembuatan produk pangan fungsional telah dipatenkan pada pembuatan permen

jelly yang berasal dari ekstrak beras hitam krayan dengan nomor paten IDS. 000002529 (Gambar 4).

**Permen Jelly
EKSTRAK
BERAS HITAM**

PATENT GRANTED NO. IDS000002529

Invensi formula permen jelly yang terbuat dari ekstrak beras hitam yang mengandung antosianin dan antioksidan serta bahan aktif yang bermanfaat untuk kesehatan lainnya yang dibuat dalam sediaan khusus (bentuk permen jelly) sebagai suplemen kesehatan.

LATAR BELAKANG INVENSI

Penelitian eksplorasi dan identifikasi padi lokal di seluruh Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur dan Utara berhasil mendapatkan 24 beras yang berpigmentasi (berwarna). Beras yang berpigmentasi dapat berperan sebagai pangan fungsional, yaitu bahan makanan alami yang mengandung senyawa atau substansi aktif yang bermanfaat bagi kesehatan dan diet diet khusus. Beras berwarna mengandung vitamin B kompleks, asam lemak esensial, antosianin, serat serta indeks glikemik yang rendah. Beras ini juga mengandung selenium, yaitu mineral yang dapat meningkatkan sel sel pembunuh sel kanker dan dapat berperan sebagai antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan, diantara beras berwarna tersebut terdapat beras hitam Krayan yang mengandung antosianin dan antioksidan yang paling tinggi.

INOVASI INVENSI

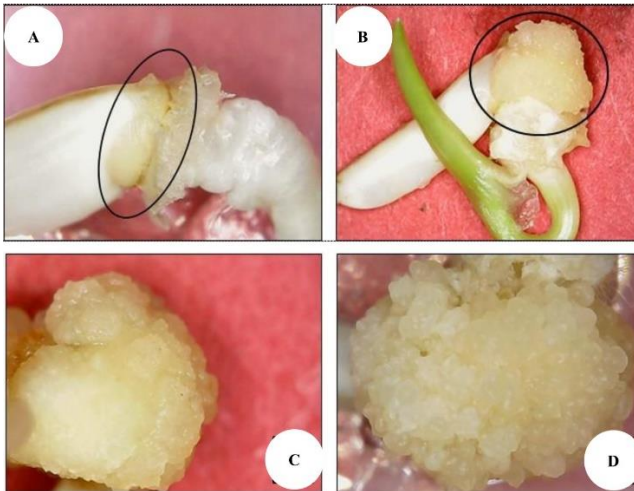
permen jelly yang dijual dipasaran untuk anak anak sebagian besar tidak mengandung bahan yang berkhasiat bagi kesehatan tubuh. Permen jelly ekstrak beras hitam dapat memberikan asupan tambahan antioksidan dan senyawa aktif lain yang terdapat pada beras hitam yang dapat diperuntukkan baik untuk anak anak ataupun orang dewasa. Sehingga dengan memakan kudapan ini bisa mendapatkan khasiat bahan aktif yang dikandung oleh beras hitam dan bermanfaat untuk kesehatan tubuh,

085378904020 @ nurhasanah_2710@yahoo.com Universitas Mulawarman

Gambar 4. Hilirisasi beras hitam Krayan dalam pembuatan produk pangan fungsional.

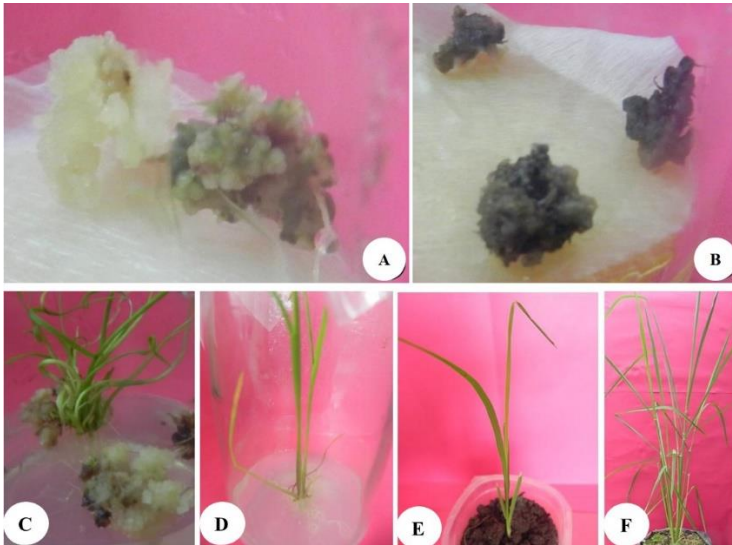
G. Perbaikan Genetik Padi Lokal Kalimantan Timur Melalui Pendekatan Bioteknologi

Usaha perbaikan genetik kultivar padi lokal Kalimantan Timur dilakukan menggunakan pendekatan bioteknologi melalui induksi variasi somaklonal dan seleksi *in vitro* untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman lingkungan abiotik. Induksi variasi somaklonal dilakukan dengan menggunakan embriosomatik padi (Nurhasanah et al., 2018) (Gambar 5).



Gambar 5. Induksi embriosomatik padi lokal Kalimantan Timur.

Didapatkan galur-galur tanaman potensial toleran terhadap cekaman besi (Nurhasanah et al., 2019), salinitas atau kadar garam tinggi (Muktirianur et al., 2022), dan kekeringan (Nurhasanah et al., 2023) hasil dari induksi variasi somaklonal dan seleksi *in vitro* kultivar-kultivar padi lokal Kalimantan Timur (Gambar 6).



Gambar 6. Induksi variasi somaklonal dan seleksi in vitro padi lokal Kalimantan Timur terhadap cekaman abiotik. A. Kalus terhadap cekaman besi; B. Kalus yang mati akibat cekaman besi; C-D. Regenerasi plantlet dari kalus toleran; E. Aklimatisasi tanaman putative toleran terhadap cekaman; F. Tanaman putative toleran terhadap cekaman abiotik di lapangan.

Perbaikan genetik padi lokal asal Kalimantan Timur juga dilakukan melalui teknik kultur antera (anther). Aplikasi kultur antera dilakukan melalui berbagai perlakuan untuk meningkatkan keberhasilan dalam mendapatkan tanaman haploid ganda (Nurhasanah et al., 2015; Nurhasanah et al., 2016). Berhasil didapatkan puluhan galur haploid ganda (Gambar 7) yang potensial untuk dikembangkan dalam perakitan varietas unggul hibrida padi dengan menggunakan keragaman genetik dan sifat unggul dari padi Lokal Kalimantan Timur.



Gambar 7. Pengembangan tanaman haploid ganda melalui kultur antera padi lokal Kalimantan Timur.

H. Potensi Padi Lokal Kalimantan Timur dalam Perakitan Varietas Unggul

Perakitan varietas unggul dapat dilakukan dengan menyilangkan, mengumpulkan dan menyeleksi sifat-sifat unggul dari tetua-tetua yang berasal dari berbagai varietas/subspesies padi. Untuk mempercepat dan mempermudah proses perakitan varietas unggul tersebut diperlukan ketersediaan sumber daya genetik sebagai sumber sifat-sifat unggul yang diinginkan serta metoda yang dapat membantu mempercepat teknik pemuliaan tanaman. Pemanfaatan varietas lokal yang memiliki kekerabatan jauh dalam program pemuliaan tanaman dapat menghasilkan variabilitas genetik dan potensi hasil yang tinggi, serta dapat memecahkan stagnasi yang terjadi pada varietas-varietas yang sudah ada.

Persilangan antara padi lokal Kalimantan Timur “Serai Gunung” dilakukan dengan varietas unggul nasional “Mekongga”, yang memiliki latar belakang

genetik yang jauh serta perbedaan karakter yang cukup mencolok. “Serai Gunung” merupakan kultivar ini terkenal adaptif terhadap lingkungan sehingga dapat ditemui/dijadikan pilihan tanam petani lokal hampir disetiap kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur. Serai Gunung adalah padi ladang yang memiliki umur panjang dengan umur panen 5,5 bulan dengan hasil yang tidak terlalu tinggi berkisar 2-3 ton GKG per hektar seperti umumnya padi ladang. Sedangkan “Mekongga’ adalah varietas unggul nasional padi sawah, dengan umur 116-125 hari dan potensi hasil hingga mencapai 8,4 ton GKG per hektar (Suprihatno dkk, 2009). Persilangan tanaman yang memiliki latar belakang genetik yang cukup luas diharapkan dapat memecahkan stagnasi yang terjadi pada varietas-varietas yang sudah ada, sehingga dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan tanaman padi untuk merakit padi tipe baru (“New Plant Type”)

Perbaikan genetik yang sangat signifikan diamati dari pada populasi F_2 hasil persilangan antara Mekongga dan Serai Gunung. Hasil persilangan pada populasi F_2 , didapatkan 86 galur F_2 yang mempunyai bobot gabah per rumpun melebihi tetua terbaik Mekongga. Terdapat 7 galur F_2 dengan berat gabah isi per rumpun berkisar antara 80,9 hingga 93,8 gram; dengan konversi hasil per hektar berkisar 17,25-20 ton jika ditanam dengan sistem jajar legowo (25x12,5)x50 cm atau 27-31 ton per hektar dengan jarak tanam (20X10)x40 cm (Nurhasanah et al., 2023).

Peluang potensi hasil yang tinggi diamati konsisten terdapat pada galur-galur harapan pada populasi F_3 . Terpilih 35 galur harapan F_3 dengan potensi hasil lebih dari 80 gram per rumpun (80,37-124,85 gram per rumpun) hampir lima kali lipat dari berat gabah isi per rumpun tetua Mekongga (25,50 gram per rumpun). Konversi hasil per hektar berkisar 17- 27 ton jika ditanam dengan sistem jajar legowo (25x12,5)x50 cm, bahkan dapat mencapai 41.58 ton

per hektar jika ditanam dengan Legowo 2:1 (20X10)x40 cm (Nurhasanah, *current work*).

Kemajuan genetik juga diamati pada umur panen tanaman hasil persilangan. Seluruh populasi F₂ memiliki umur berbunga dan panen yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan tetua Serai Gunung. Seluruh populasi F₂ mempunyai waktu panen yang lebih cepat (131-144 hari) dibandingkan tetua 'Serai Gunung' (161 hari) (Nurhasanah et al., 2023).

Perbaikan genetik terhadap umur panen konsisten diamati pada populasi F₃. Seluruh populasi F₃ memiliki umur 118-128 hari dengan rata-rata 121,75 hari, mendekati umur tetua Mekongga (121 hari). (Nurhasanah, *current work*). Hal ini menunjukkan adanya perbaikan genetik yang sangat potensial untuk perakitan varietas padi unggul baru dengan memanfaatkan potensi padi lokal Kalimantan Timur.

I. Rekomendasi dan Prospek Masa Depan

Hasil penelitian yang disajikan dalam orasi ini hanya mengungkap sebagian kecil dari potensi padi lokal yang ada di Kalimantan Timur. Besar kemungkinan padi lokal juga membawa alel-alel yang menyandikan sifat-sifat unggul lainnya atau variabilitas genetik yang belum terdeteksi. Oleh karena itu peranan pemulia tanaman sangat diperlukan untuk mengungkap potensi dari sumber daya genetik padi lokal sebagai sumber gen yang dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan tanaman, terutama dalam perakitan varietas unggul.

Usaha eksplorasi padi lokal harus diiringi dengan usaha konservasi genetik yang sungguh-sungguh, terprogram serta berkesinambungan untuk melindungi varietas-varietas lokal tersebut agar tidak terancam kepunahan dan terjadinya erosi genetik dimasa yang akan datang. Penyusunan database keragaman genetik padi lokal, beserta potensinya harus segera dilakukan sebagai upaya untuk

pemanfaatan sumber daya genetik lokal untuk memperkaya genepool tanaman padi yang sangat berguna untuk perakitan varietas padi unggul baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraheni YGD, dan Mulyaningsih ES. 2017. Eksplorasi marka SSR terpaut sifat toleransi padi gogo terhadap aluminium. *Jurnal Biologi Indonesia*. 13(1): 97-106
- Fitri IGS, Nurhasanah, Handoyo T. 2021. Genetic and phytochemical analysis of Indonesian black rice cultivars. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 24: 567–578
- He K, Li X, Chen X, et al. 2011. Evaluation of antidiabetic potential of selected traditional Chinese medicines in STZ-induced diabetic mice. *J Ethnopharmacol*. 137(3):1135–1142.
- Muktirianur, Supriyanto B, Sunaryo W. Nurhasanah. 2022. Somatic Embryos Induction of East Kalimantan Local Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars and In Vitro Selection against Salinity. *Agrivita* 44(2): 207–215.
- Nurhasanah dan Sunaryo, W. 2015. Keragaman genetik padi lokal Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Biodiversitas*.
- Nurhasanah, Pratama AN, Rusdiansyah and Sunaryo W. 2015. Effect of genotype and developmental stage of pollen on the success of anther culture of local upland rice varieties from East Kalimantan. *Asian J Microbiol Biotech Env Sci* 17 (2): 329-340.
- Nurhasanah, Pratama, A. N., & Sunaryo, W. 2016. Anther culture of local upland rice varieties from East Kalimantan: Effect of panicle cold pre-treatment and putrescine enriched medium. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 17(1), 148–153.
- Nurhasanah, Sadaruddin and Sunaryo W. 2016. Diversity analysis and genetic potency

- identification of local rice cultivars in Penajam Paser Utara and Paser Districts, East Kalimantan, Biodiversitas 18 (3):1165-1172
- Nurhasanah, Sadaruddin and Sunaryo W. 2017. Yield-related traits characterization of local upland rice cultivars originated from East and North Kalimantan, Indonesia. Biodiversitas 17 (2): 401-408.
- Nurhasanah, Mujiono K, Suryadarma E and Sunaryo W. 2017. Pest diversity identification in East and North Kalimantan local upland rice population. International Conference on Biodiversity.
- Nurhasanah, Ramitha, Supriyanto B, Sunaryo W. 2018. Somatic embryogenesis of East Kalimantan local upland rice varieties. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 144, 012031.
- Nurhasanah, Mujiono K, Suryadarma E and Sunaryo W. 2018. Genetic resistance of local upland rice populations from East and North Kalimantan, Indonesia against some important diseases. Australian Journal of Crop Science 12(02):326-334
- Nurhasanah, Ramitha, Supriyanto B, Sunaryo W. 2019. The response of East Kalimantan, Indonesia local rice cultivars against iron stress. Biodiversitas 20 (1):273-282
- Nurhasanah, Lestari HS, Suryadarma E and Sunaryo W. 2019. The response of East Kalimantan, Indonesia local rice cultivars against iron stress. Biodiversitas 20 (1): 273-282.
- Nurhasanah, Aini N, Susylowaty, Romadoni IS and Sunaryo W. 2023. Growth response of East Kalimantan Local Rice (*Oryza Sativa* L.) Cultivars Exposed to Extremely High Aluminum Stress Condition. In publishing process.
- Nurhasanah, Sinaga PK, Susylowati and Sunaryo W. 2023. Genetic analysis of F2 population derived from the cross of two large different rice varieties

- (*Oryza sativa* L.) for qualitative and quantitative characters. In publishing process.
- Sarawgi AK, Bisne R. 2007. Studies on genetic divergence of aromatic rice germplasm for agromorphological and quality characters. *Oryza* 44: 74-76
- Suprihatno B, Daradjat AA, Satoto, Baehaki SE, Widiarta IN, Setyono A, Indrasari SD, Lesmana OS dan Sembiring H. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Subang. 105 hal.
- Sutharut J, Sudarat J. 2012. Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. *Intl Food Res J* 19 (1): 215-221.
- Yawen Z, Shiquani S, Zichao L, Zhongyi Y, Xiangkun W, Hongliang Z, Guosong W. 2003. Ecogeographic and genetic diversity based on morphological characters of indigenous rice (*Oryza sativa* L.) in Yunnan, China. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 567-577

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian eksplorasi, identifikasi, dan karakterisasi padi lokal Kalimantan Timur, demikian juga dengan pemanfaatannya dalam program pemuliaan tanaman untuk perakitan varietas unggul baru baik melalui pendekatan konvensional ataupun bioteknologi tanaman telah dilakukan sejak tahun 2012 hingga saat. Penelitian ini merupakan penelitian payung yang melibatkan dan didukung oleh banyak pihak, baik pimpinan, rekan sejawat, mahasiswa, dan mitra peneliti baik dari Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, maupun dari Fakultas dan Institusi lain di luar Universitas Mulawarman, dengan pembiayaan dari berbagai sumber pendanaan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Mulawarman, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Jurusan Agroekoteknologi, dan Kepala Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.
2. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui hibah penelitian Fundamental-DIKTI (2012-2013), Insinas-RISTEK (2014-2017), Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Kemenristek-DIKTI (2016-2018), Hibah Islamic Development Bank (IsDB) (2017-2019), Hibah Tesis Magister 2020, Penelitian Dasar-Kemenristek BRIN (2021-2022), Penelitian Tesis Magister-Kemendikbud-RISTEK (2023), Penelitian Disertasi Doktor-Kemendikbud-RISTEK (2023), Penelitian Fundamental-Kemendikbud-RISTEK (2023-2024).
3. Rekan dan mitra peneliti yang terlibat, yaitu Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si., Prof. Dr. Ir. H. Rusdiansyah, M.Si., Dr. Ir. Sadaruddin, M.P., Ir. Bambang Supriyanto, M.Si., Kadis Mujiono, S.P., MSc., Ph.D., Rosfiansyah, S.P., M.Si., Dr.

- Sukmiyati Agustin, S.TP., M.Si., Nur Mita, S.Si., M.Si. Apt., Tri Handoyo, S.P., Ph.D.
4. Mahasiswa S1, S2 dan S3 yang terlibat, yaitu: Ananda Nuryadi Pratama, Ph.D., Lusiyanto, SP., MP., Mariani, S.P., M.P., Indah Sriwahyuni, S.P., M.P., Irza Guari Syah Fitri, S.P., M.Si., Padel Hamli, S.P., Krisna Indra Kusuma, S.P., Ramita, S.P., Olivia Parihariandanti, S.P., Nizal Kurniawan, S.P., Muktirianur, S.P., Yudi, S.P., Helma Suci Lestari, S.P., Nurul Aini, S.P., Emi Amalis, S.P., Yeni Almarida, S.P., Pratiwi Sinaga, S.P., Reza Ismi Prayoga, S.P., Vistyta Ariestya, S.P., An nita S.P., Indri Sandi Romadoni, S.P., Desiria, S.P., Mario Liah.

Rasa terimakasih yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada keluarga tercinta yang membuat semua karya ini menjadi mungkin untuk terlaksana: ayahanda alm. H. Baharuddin dan ibunda almh. Hj. Sri Salmiah; ayah mertua H. Subarno dan ibu Susmiati; suami dan rekan setia Prof. Widi Sunaryo, S.P., M.Si., Ph.D.; ananda tercinta Muhammad Ariq Athallah Sunaryo, Muhammad Ammar Nurfaza Sunaryo, Alma Sumayyah Sunaryo, Muhammad Athar Raqilla Sunaryo; serta ayuk, abang, kakak, adik, dan keponakan tersayang.

CURRICULUM VITAE

BIODATA

Nama lengkap : **Nurhasanah**
Tempat Tanggal lahir : Jambi, 27 Oktober 1975
NIP : 19751027 200501 2 002
NIDN : 0027107503
Fakultas/Prodi : Fakultas Pertanian, Program Studi Agoekoteknologi, UNMUL
Kelompok/Bidang Keahlian : Pertanian/Bioteknologi Tanaman
Alamat Kantor : Kampus Gn. Kelua, Jl. Pasir Balengkong, No. 1, Samarinda, Kalimantan Timur

RIWAYAT PENDIDIKAN

No.	Jenjang Pendidikan	Perguruan Tinggi	Tahun Lulus	Gelar	Bidang
1.	Sarjana	Universitas Jambi	1998	S.P.	Agronomi
2.	Magister	Institut Pertanian Bogor	2002	M.Si.	Bioteknologi Tanaman
3.	Doktor	Georg-August University of Goettingen	2010	Ph.D.	Plant Biotechnology

RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

No	Nama Jabatan	TMT
1.	Asisten Ahli	1 Oktober 2005
2.	Lektor	1 Oktober 2012
3.	Guru Besar	1 April 2020

RIWAYAT JABATAN PIMPINAN DI UNMUL

No	Nama Jabatan	Tahun
1.	Kepala Laboratorium Bioteknologi Tanaman, Fakultas Pertanian UNMUL	2012-2021

No	Nama Jabatan	Tahun
2.	Koordinator Program Studi Magister Pertanian Tropika Basah, Fakultas Pertanian, UNMUL	2021-2022
3.	Koordinator Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, UNMUL	2023- Sekarang

PRESTASI DAN PENGHARGAAN TERPILIH

No.	Nama prestasi dan penghargaan	Tahun
1.	Dosen berprestasi UNMUL dengan karya penelitian dan pengabdian terbaik	2022

PENELITIAN TERPILIH (Terkait isi naskah orasi)

No	Tahun	Judul penelitian	Sumber Dana/Hibah
1	2023- 2024	Pengembangan sumber daya genetik padi lokal untuk perakitan varietas unggul hasil tinggi dan umur genjah melalui pemuliaan mutas1	Penelitian Fundamental- Kemendikbud- RISTEK
2	2023	Studi potensi beras lokal berpigmentasi asal Kalimantan Timur untuk pengembangan produk pangan fungsional unggulan lokal melalui analisis keragaan genetik, agromorfologi, fitokimia pada teknik budidaya yang berbeda	Penelitian Disertasi Doktor Kemendikbud- RISTEK
3	2022	Karakterisasi Galur Mutan Padi Lokal Kultivar 'Mayas' dan 'Adan' untuk Sifat Toleransi Cekaman Aluminium	Penelitian Tesis Magister- Kemendikbud- RISTEK
4	2020- 2021	Karakterisasi dan seleksi populasi F2 hasil persilangan antara padi ladang lokal Kaltim "Serai Gunung" dan padi unggul nasional "Mekongga" secara morfologi dan molekular untuk perakitan varietas unggul hasil tinggi dan umur genjah	Penelitian Dasar- Kemenristek BRIN

No	Tahun	Judul penelitian	Sumber Dana/Hibah
5	2017-2019	Induksi Variasi Somaklonal dan Mutasi Terarah Padi Unggul Lokal Asal Kalimantan Timur Untuk Sifat Ketahanan Terhadap Fe, Al dan pH Rendah	Hibah Penelitian Perguruan Tinggi, IDB
6	2016-2018	Pemetaan Potensi Genetik Kultivar-Kultivar Padi Lokal Asal Kalimantan Timur untuk Sifat Kualitas Hasil dan Ketahanan Terhadap Cekaman Lingkungan Biotik dan Abiotik	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Kemenristek-DIKTI
7	2016-2017	Evaluasi dan Uji Daya Adaptasi Varietas-Varietas Padi Lokal Kalimantan Timur Terpilih sebagai Varietas Unggul untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan Nasional	INSINAS, Kemenristek-DIKTI
8	2014-2015	Eksplorasi, Karakterisasi Dan Seleksi Varietas Padi Lokal Kalimantan Timur Dalam Rangka Perakitan Varietas Padi Unggul Untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan Nasional	INSINAS, Kemenristek
9	2012-2013	Pengembangan Populasi Galur-Galur Doubled Haploid Dengan Memanfaatkan Karakter Unggul Dari Varietas Padi Lokal Kalimantan Timur	Hibah Fundamental DIKTI

KARYA PUBLIKASI TERPILIH (Dari 22 jurnal internasional bereputasi)

No	Judul	Jurnal
1.	Construction of a high-fidelity genetic linkage map using AFLP and SSR markers in rapeseed (<i>Brassica napus</i> L.)	SABRAO Journal of Breeding and Genetics 48 (2) 189-199 (2016)

No	Judul	Jurnal
2.	Identification and evaluation of Intervarietal Substitution Lines of rapeseed (<i>Brassica napus</i> L.) with donor segments affecting the direct embryo to plant conversion rate of microspore-derived embryos	Euphytica 211 (2):215–229 (2016)
3.	Identification and evaluation of intervarietal substitution lines of rapeseed (<i>Brassica napus</i> L.) with donor segments affecting the diploidization rate of isolated microspores	Euphytica 209:181–198 (2016)

KARYA PENGABDIAN TERPILIH

No	Judul Pengabdian	Tahun	Program
1	Kampung Jamu Sebagai Benteng Covid-19 di Provinsi Kalimantan Timur: Pendampingan Dari Hulu Hingga Hilir Melalui Aplikasi Good Agriculture Practice dan Good Handling Practice Serta Teknologi Produk dan Pemasaran Dalam Rangka Pemberdayaan Masyarakat Serayu dan Pemanfaatan Lahan Tidur Desa Bekas Transmigrasi, Kelurahan Tanah Merah, Samarinda.	2020	PHP2D-Dirjen Belmawa Kemendibud Dosen Pendamping
2	Kampoeng Kutai Bensamar: Pengembangan Potensi Pariwisata Berbasis Edukasi Alam Dan Kebudayaan Kutai Lama Sebagai Upaya Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Lingkar Tambang Di Dusun Bensamar, Kelurahan Loa Ipuh Darat, Kutai Kartanegara	2019	PHBD-Dirjen Belmawa DIKTI Dosen Pendamping

KARYA BUKU

No	Judul Buku	Tahun	Penerbit
1	Peranan Bioteknologi dalam Pembangunan Pertanian (Book Chapter) Pembangunan Pertanian	2021	Dee Publish, ISBN 978-623-02-2895-7

2	Bibit Unggul dan Peranannya dalam Peningkatan Produksi Pertanian Sejak Masa Revolusi Hijau Hingga Revolusi Gen (Book Chapter) Pertanian dan Masa Depan	2021	Dee Publish, ISBN 978-623-02-3845-1
3	Fusi Proptoplas	2019	IPB Press
4	Biodiversitas padi lokal Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara.	2018	Mulawarman University Press

RIWAYAT HKI

No	Judul HKI	Tahun	Nomor /ID
1.	Komposisi media kultur jaringan tanaman pisang Sunking asal Kalimantan Timur (<i>Musa paradisiaca</i>)	2023	Paten sederhana IDS00202200745
2.	Tanda Daftar Varietas tanaman/ varietas lokal Pisang Sunking	2018	Pendaftaran Varietas Lokal 993/PVL/2018
3.	Formulasi permen jelly dari ekstrak beras hitam	2017	Paten Sederhana IDS000002529
4.	Komposisi buffer ekstraksi DNA daun tanaman Durian pada metode ekstraksi tanpa menggunakan nitrogen cair dan phenol	2017	Paten Sederhana IDS000002031