



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**  
*(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)*

# **BIORESOURCES UBI KAYU SEBAGAI BAHAN BAKU TAPIOCA DAN MOCAF DALAM MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN NASIONAL**

**Prof. Dr. Enny Sudarmonowati  
& Tim Penelitian Ubi Kayu  
P2 Bioteknologi-LIPI**



FGD Peningkatan Produksi Ubi Kayu Untuk Mendukung Industri  
Tapioka dan Mocaf Dalam Memperkuat Ketahanan Pangan Nasional  
dan MUNAS MSI, Jakarta, 11 Maret 2020

[www.lipi.go.id](http://www.lipi.go.id)

## A. Sumber Daya Genetik Ubi Kayu

❑ diperlukan sebagai material genetik untuk **pengembangan dan perakitan kultivar baru** dengan pemuliaan tanaman (pemuliaan konvensional, nonkonvensional dengan rekayasa genetik melalui aplikasi bioteknologi).

❑ **Perolehan variasi sumber daya genetik** : koleksi dan pengayaan koleksi jenis ubi kayu dengan eksplorasi di berbagai daerah, dilanjutkan identifikasi, karakterisasi, serta evaluasi karakter unggul

❑ Variasi sifat di setiap jenis ubi kayu disebabkan oleh genetik dan lingkungan :

✓ Genetik : penyerbukan yang terbuka (*open pollination*), tingginya tingkat heterozigositas ubi kayu

✓ Lingkungan : proses adaptasi terhadap kondisi lingkungan di suatu daerah (jenis tanah, kesuburan tanah, iklim).

Karakterisasi dilakukan dengan melihat performa di lapang dan mengestimasi kekerabatan serta jarak genetik antar jenis ubi kayu. Hasil yang diperoleh akan sangat bermanfaat dalam proses identifikasi, pemilihan jenis ubi kayu dengan sifat yang diinginkan dan perbaikan sifat ubi kayu komersial melalui pemuliaan tanaman.



- ❑ Biodiversitas ubi kayu merupakan komponen penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan ketahanan pangan, karena karakter unggul yang terdapat di setiap jenis ubi kayu dapat digunakan untuk perbaikan jenis ubi kayu baru dengan karakter yang diinginkan.
- ❑ Koleksi biodiversitas ubi kayu diwujudkan sebagai taman koleksi hidup yang berfungsi sebagai pusat koleksi data karakter morfologi agronomi penting untuk perakitan tanaman unggul, seperti berproduksi tinggi dan stabil pada berbagai lokasi, kemampuan beradaptasi terhadap perubahan iklim, penyakit dan hama, serta karakter preferensi konsumen, seperti rasa, tekstur dan warna.

Contoh : identifikasi koleksi plasma nutfah yang membawa sifat ketahanan terhadap penyakit CMV (*cassava mosaic virus*) dan pemanfaatannya untuk perbaikan sifat dan perakitan tanaman ubi kayu tahan CMV.

# Sistem Seleksi Plasma Nutfah Ubi kayu Untuk Koleksi Puslit Bioteknologi LIPI



Koleksi ubi kayu di Puslit Bioteknologi LIPI berasal dari genotip lokal (*landraces*) hasil ekspedisi ke daerah, varietas nasional hasil koleksi Balitkabi dan BB-Biogen, genotip yang berasal negara lain serta hasil riset pengembangan ubi kayu Puslit Bioteknologi LIPI melalui teknik radiasi dan varian somaklonal

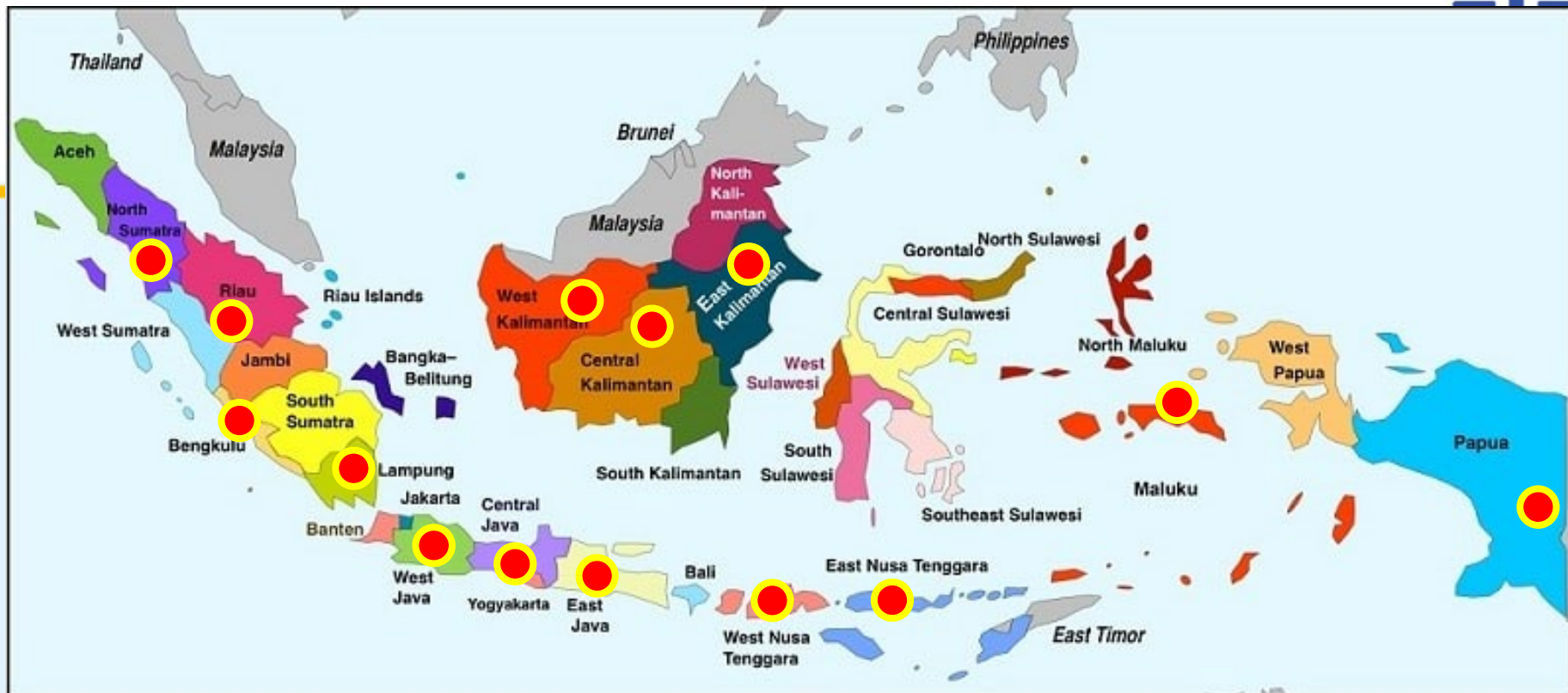
- ❑ Jenis ubi kayu koleksi Puslit Bioteknologi LIPI adalah ubi kayu manis dan ubi kayu pahit dengan kandungan sianida (HCN) yang bervariasi.
- ❑ Ubi kayu ber-HCN tinggi umumnya dikoleksi dari Maluku Tenggara.
- ❑ Koleksi ubi kayu Puslit Bioteknologi LIPI umumnya genotip lokal Indonesia dari spesies *Manihot esculenta* + hasil penelitian kerja sama dari Luar Negeri
- ❑ Asal ubi kayu lokal adalah dari berbagai daerah di Indonesia sehingga diharapkan dapat merepresentasikan ubi kayu yang ada di wilayah Indonesia.

- ❖ Pengayaan koleksi ubi kayu dapat dilakukan seperti strategi yang dikembangkan oleh Thailand.
- ❖ Koleksi ubi kayu genotip lokal dilakukan dari berbagai lahan pertanian ubi kayu untuk memperkaya *gene pool* ubi kayu hasil pemuliaan.
- ❖ Aplikasi bibit unggul dalam jangka waktu yang lama di Thailand telah mengurangi keragaman *gene pool* ubi kayu hasil pemuliaan, yang tersedia hanya 11 genotip lokal dengan jarak genetik yang dekat.
- ❖ Keragaman genetik ubi kayu di Thailand berada dibawah negara lain di Asia, seperti Vietnam, Malaysia, Indonesia dan India.



Pemerintah Thailand melakukan ratusan koleksi ubi kayu dari 80 lahan pertanian di delapan provinsi dan menggunakan sistem seleksi berbasis marka molekuler untuk memperoleh sekitar 50 genotip lokal untuk memperkaya koleksi ubi kayu yang sudah ada

# Distribusi geografis asal koleksi ubi kayu Puslit Bioteknologi LIPI



## Kondisi terkini koleksi (2020)

Januari - Februari	Maret
Panen koleksi - Penanaman kembali	➤ Pemeliharaan ➤ Update/penambahan koleksi

Jumlah koleksi (jenis) : 163

# Cassava collections of LIPI



Sumber	Asal	Genotip	Jumlah
Genotip Lokal	Sumatra Utara	Batak Siluang	1
	Riau	Menggala	1
	Bengkulu	Andora Malia, Kandora Tonaro, Kandora Ranni, Kandora Sumarorong, Kandora Langgago, Kandora Buntang, Ubi kayu Sayur, Ubi kayu Kuning dan Kapuk	9
	Lampung	Darul Hidayah, Taon Lampung, Lampung 1, Lampung 2 , Thailand, dan Kassetsar	6
	Jawa Barat	Adira 1, Apuy, Baros Kencana, Baturaja, BIC 1, BIC 280, BIC 302, Gebang, Gempol, Iding, Kristal Merah, KM Cimanggu , Lokal Nguneng, Manggu, Mentega 1 , Mentega 2, Pucuk Biru, Rengganis, Rawi, Roti, Selengen, Ubi kayu Tali, Sukabumi 1, Valenca, dan Mentega Cibanon	25
	Jawa Tengah	Buto Ijo, Gatot Kaca, Kaporo, Ketan , Randu, Sentul, Markonah, Marita, Budin Kuning, Budin Ketan, Budin Mentega, Daplang, Boyolali 1, Boyolali 2, Boyolali 3, Boyolali 4, Boyolali 5, Boyolali 6	18
	Jawa Timur	Malang 2, Malang 6, Rawi, Ubi Putih, Ubi kayu Blitar, Vandemir, Ubi kayu Kuning Jatim, dan Pulut Jatim, Castal Hitam, Ubi kayu Genjah Santan, Ubi kayu Ketan dan Adira 4	12
	Kalimantan Barat	Kalbar 1	1
	Kalimantan Tengah	Kristal Putih, Kristal Putih Rose, Ubi Gedi dan Wadigati	4
	Kalimantan Timur	Ubi kayu Gajah	1
	Nusatenggara Barat	Lombok 1, Lombok 2 dan Banyumulek	3
	Nusatenggara Timur	Tim-tim 40, Ubi Kuning dan NTT N	3
	Maluku	Malra 1, Malra 2, Malra 3, Malra 5, Malra 6, Malra 7, Malra 8, Malra 9, Malra 10, Malra 11, Malra 12, Malra 13, Malra 14, Malra 15, Malra 16, Malra 17, Malra 18, Malra 19, Malra 20, Malra 21, Malra 22, Malra 23 dan Malra 24	24
Papua	Merauke 1, Merauke 2	2	
Hasil Pengembangan & Perbaikan Genetik Ubi kayu di LIPI	Ubi kayu Radiasi	Adira 4 Radiasi, Gebang Radiasi, Iding Radiasi dan Ubi Kuning Radiasi	3
	Varian Somaklonal	Revita RV1, Carvita 25	2
Luar Negeri	Swiss	TMS1 ETH Zurich dan TMS 2	2
	UK -LIPI	Transgenik delayed PPD	117

# Koleksi berupa Taman Tematik dan Pemeliharaan Koleksi Ubi Kayu di LIPI

## *Koleksi Lapang*



## *Koleksi in vitro*



Tanaman ubi kayu *in vitro* pada media Murashige dan Skoog (MS) (Sumber: Lab.





# Koleksi Ubi kayu di lapang di LIPI dan Hasil Radiasi



## Koleksi lapang



## Koleksi *in vitro* / kultur jaringan

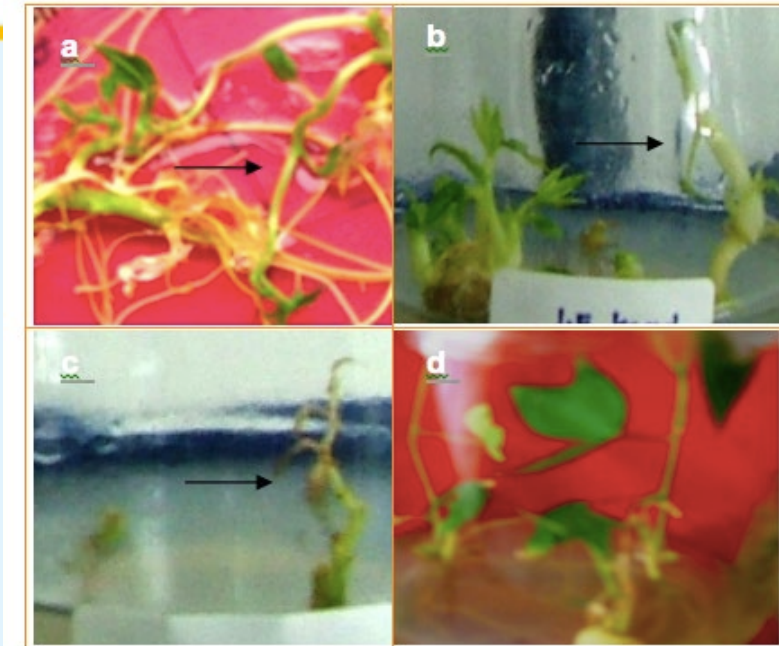


Ubi Kuning Radiasi *In vitro* 10 Gy

Kontrol Ubi Kuning



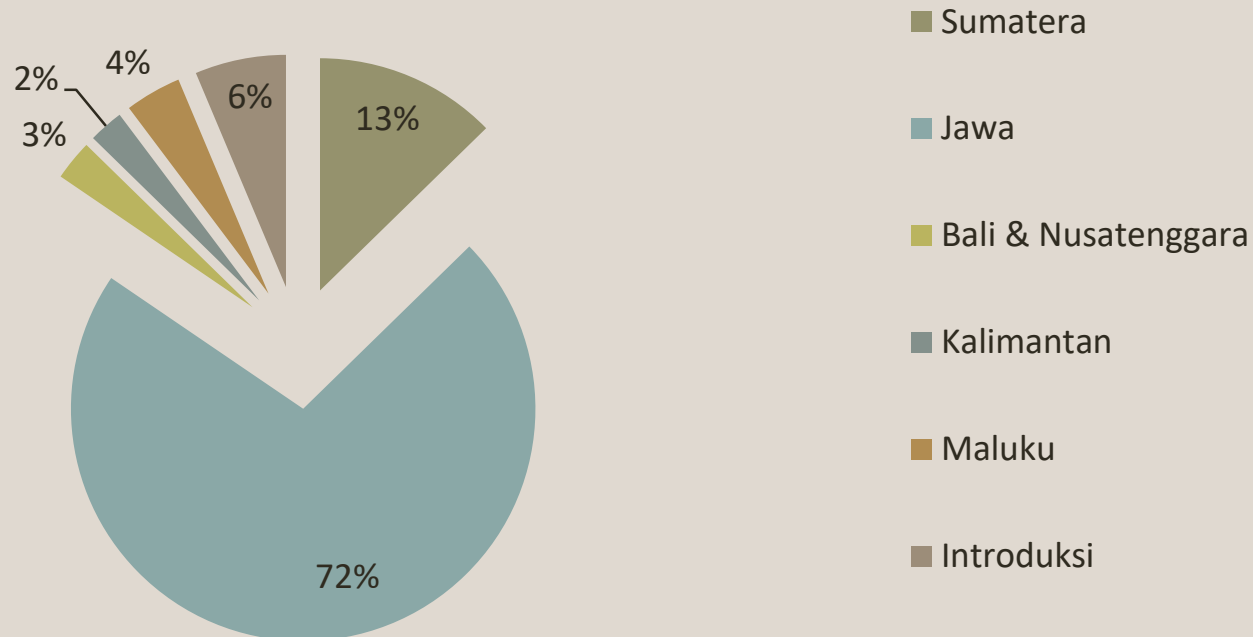
Beberapa genotipe ubi kayu hasil radiasi stek yang ditanam di lapang hingga generasi kelima. (Sumber: Lab. GMMJBT, 2012).



Morfologi Gebang radiasi generasi kedua di kultur *in vitro*; a. eksplan 1.0 krad yang memiliki batang yang panjang; b. eksplan 1.5 krad yang memiliki batang yang besar dan daun yang abnormal; c. eksplan 2.0 krad yang memiliki daun yang sangat pendek cenderung mati; d. eksplan 0.2 krad yang memiliki penampakan seperti planlet normal

(Sumber: Supatmi dan Sudarmonowati, 2012a)

## Koleksi Ubi Kayu di Bank Gen BB Biogen: 536 akses

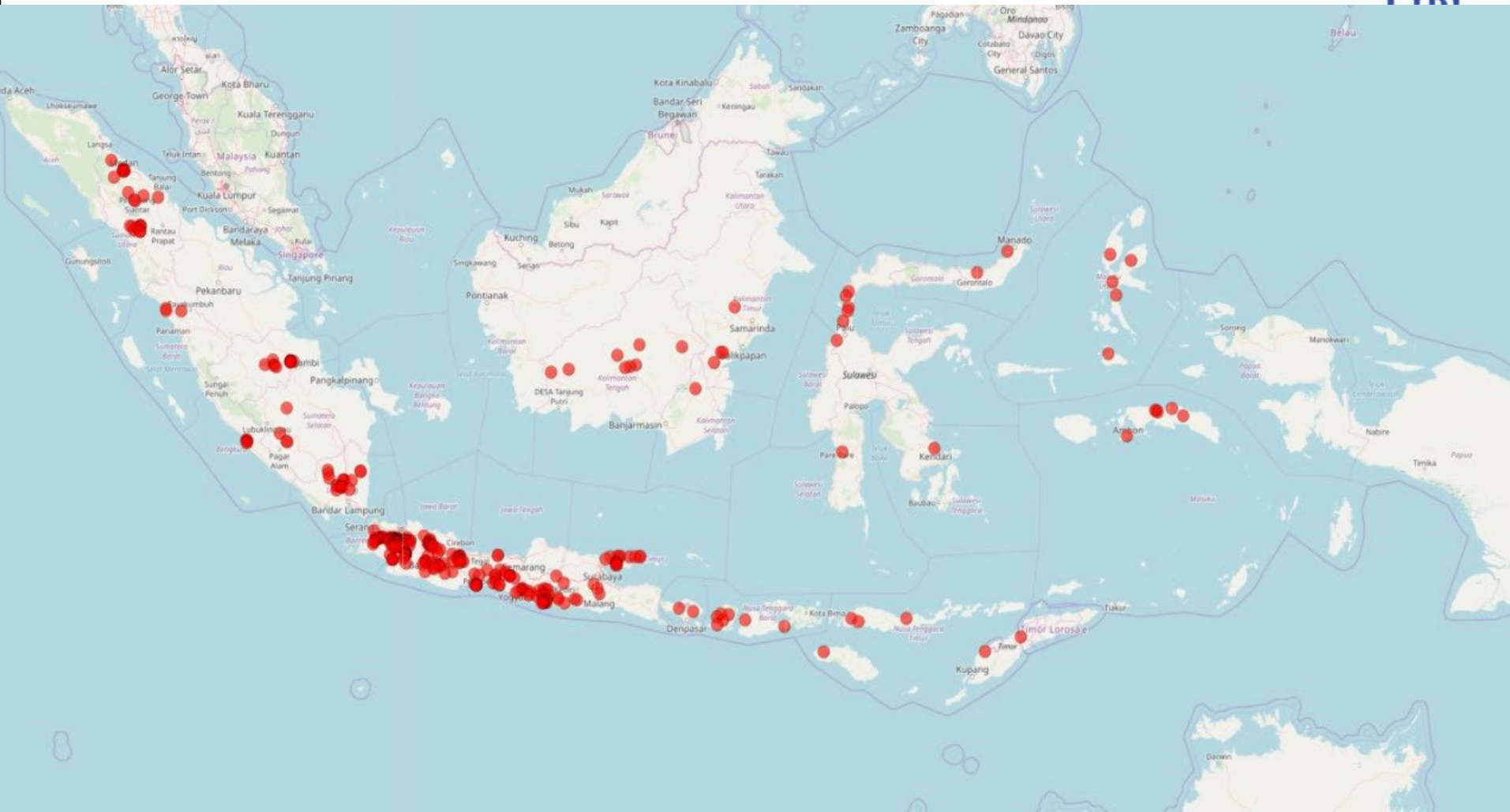


Daerah Asal	Jumlah Akses
Sumatera	68
Jawa	385
Bali & Nusatenggara	15
Kalimantan	13
Maluku	21
Introduksi	34

(Sumber: BB Biogen, Kemtan).



# Peta sebaran asal daerah koleksi Cassava BB Biogen



(Sumber: BB Biogen, Kemtan).



## Jumlah Akses SDG Ubi kayu di BALITKABI

Tipe/asal koleksi	Prov asal (Kab)	Jumlah akses
Lokal	DIY (2)	3
	Jatim (21)	87
	Jateng (5)	20
	Jabar (1)	17
	Kaltim (1)	1
	NTT (11)	70
	NTB (1)	3
	Lampung (1)	1
	Timor Timur	8
	Galur	
Introduksi		7
Varietas unggul		12
Tidak tercatat		30
<b>Jumlah koleksi</b>		<b>325</b>



(Sumber: Balitkabi, Kemtan).

# SEBARAN VARIETAS UBI KAYU DI INDONESIA 2013-2017 (21 PROVINSI)



Adira 1, Adira 4, Malang 1, Malang 4,  
Malang 6, UJ3, UJ5, Darul Hidayah,  
Litbang UK2, UK1 Agritan, Vati 1, Vati 2

Balitkabi,  
Jawa Timur



(Sumber: Balitkabi, Kemtan).



(Sumber: Balitkabi,  
Kemtan).

# Varietas ubi kayu di Indonesia → 15 VUB

## Malang 4 terbanyak didistribusikan

- Vati 1
- Agak Pahit
- Warna daging umbi : Putih
- Agak tahan tungau
- Kadar pati 21,92%
- Potensi hasil pati 10,56 t/ha
- Kadar gula total 43%

Varietas	Tahun	Hasil (t/ha)	Pemanfaatan
Adira 1	1978	22.0	Konsumsi
Adira 2	1978	22.0	Tapioka
Adira 4	1987	35.0	Tapioka
Malang 1	1992	36.5	Konsumsi
Malang 2	1992	31.5	Konsumsi
Darul Hidayah	1998	102.1*	Konsumsi
UJ 3	2000	20.0 – 35.0	Tapioka
UJ 5	2000	25.0 – 38.0	Tapioka
Malang 4*	2001	39.7	Tapioka
Malang 6	2001	36.4	Tapioka
Litbang UK 2	2012	42.2	Bio-ethanol (industri): 4.5 kg hasilkan 1 l (rata2; 10,000 l per ha, potensi 14,000 l))
Uk 1 Agritan	2016	30.2	Tapioka (genjah) (Industri)
Vati 1	2018	37,5	Tapioka
Vati 2	2018	42,5	Tapioka
Vamas 1	2019	32,42	Tapioka (genjah)

- Vati 2
- Agak pahit
- Warna daging umbi : putih
- Agak tahan tungau merah
- Kadar pati 20,53%
- Potensi hasil pati 13,73 t/ha
- Kadar gula total 40,16%



# Pemanfaatan SDG UBIKAYU



SDG	Karakter yang dimanfaatkan	VU dihasilkan
Mangi	Potensi hasil tinggi, rasa enak, agak tahan tahan tungau	Adira 1, Adira 2
Ambon	Tahan bakteri hawar daun	Adira 1, Adira 2
Muara	Potensi hasil dan kadar pati tinggi, agak tahan tahan tungau	Adira 4
CM1015-19	Potensi hasil tinggi, rasa enak, agak tahan tahan tungau	Malang 1
CM 849-1	Potensi hasil tinggi, rasa enak, toleran bercak daun	Malang 1
CM922-2	Potensi hasil tinggi, agak tahan tahan tungau	Malang 2
CM507-37	Potensi hasil tinggi, rasa enak, agak tahan bercak daun	Malang 2
Adira-4	Hasil umbi dan pati tinggi, agak tahan tungau merah, agak tahan penyakit layu	Malang 4, Vati 2
MLG 10071	Hasil umbi dan pati tinggi, genjah, agak tahan tungau merah,	Malang 6
MLG 10032	Hasil umbi dan pati tinggi, agak tahan tungau merah,	Malang-6
MLG 10006	Hasil umbi dan pati tinggi, agak tahan tungau merah,	Litbang UK-2
Malang 1	Potensi hasil tinggi, rasa umbi enak	UK 1 Agritan
MLG 10075	Potensi hasil tinggi, rasa umbi enak, agak tahan tungau merah	UK 1 Agritan



(Sumber: Balitkabi, Kemtan).



Karakter	Aksesi
Ubi kayu manis, HCN rendah	26 aksesi
Tahan hama kutu putih	2 aksesi: MLG 10083; MLG 10282
Hasil umbi >50 t/ha	4 aksesi: MLG 10212 (51,4 t/ha); MLG 10263 (51,6 t/ha); MLG 260 (74,4 t/ha); MLG 10257 (75,8 t/ha)
Tahan busuk umbi	46 aksesi

Rekomendasi aksesi untuk bahan pemuliaan: Balitkabi, Kemtan



(Sumber: Balitkabi, Kemtan).

# Karakterisasi ubi kayu BB Biogen



Tahun	Komoditas	Jumlah Akses	Karakter
2015	<b>Ubijalar</b>	<b>78</b>	<b>Beta-karoten</b>
	Sorghum	15	Tanin
	Dioscorea	25	Diosgenin
2016	<b>Ubikayu</b>	<b>50</b>	<b>Pati</b>
	Padi	30	Antocyanin (Cyanidin 3-glucoside (mg/g)
	Ubijalar	100	Terpenoid (Ipomeamarone + Dehydroipomeamarone)
2017	<b>Ubikayu</b>	<b>15</b>	<b>Pati</b>
	Padi	30	Antocyanin
	Ubijalar	40	Terpenoid
	Sorghum	219	brix
2018	<b>Ubikayu</b>	<b>50</b>	<b>Pati</b>
2019	<b>Ubikayu</b>	<b>50</b>	<b>Pati</b>



(Sumber: BB Biogen, Kemtan).

# Kandungan pati ubi kayu BB Biogen Kemtan



No	Nomor aksesi	Nama aksesi	Hasil
			(%)
1	BIC-00001	L Yogya b	33.2
2	BIC-00097	AD 4-4-31	39.7
3	BIC-00123	L Jatisari	25
4	BIC-00145	Chicken B	36.2
5	BIC-00153	L Yogyakarta	34.6
6	BIC-00156	CMR 33-10-11	31.1
7	BIC-00170	L Subang	32.6
8	BIC-00175	Apuy b	32.7
9	BIC-00176	Karomah	33.2
10	BIC-00179	DORO	39.7
11	BIC-00189	Apu Dankden	25
12	BIC-00193	Singkong Roti A	36.2
13	BIC-00195	Gebang	34.6
14	BIC-00208	Genjah Randu	31.1
15	BIC-00157	Sm 1809-1	32.8



(Sumber: BB Biogen, Kemtan).

Varietas ubi kayu untuk bahan pangan (manis, pulen, kadar HCN < 40 mg/kg); pahit:  $\geq 50$  mg/kg



Varietas	Tahun dilepas	karakteristik				
		Umur (bln)	Hasil umbi (t/ha)	Kadar pati (bb)	Kadar HCN (mg/kg)	keterangan
Adira 1	1978	7 -10	22	45	27,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak pahit</li> <li>- Sesuai untuk pangan</li> <li>- Agak tahan tungau merah</li> <li>-Tahan bakteri hawar daun dan penyakit layu</li> </ul>
Malang 1	1992	9 - 10	36,5	32 – 36	< 40,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak pahit</li> <li>- Sesuai untuk pangan</li> <li>- Toleran H &amp; P</li> <li>-Adaptasi cukup luas</li> </ul>

(Sumber: BB Biogen, Kemtan).



# Varietas ubi kayu untuk bahan pangan

Varietas	Tahun dilepas	karakteristik				
		Umur (bln)	Hasil umbi (t/ha)	Kadar pati (bb)	Kadar HCN (mg/kg)	keterangan
Malang 2	1992	9 - 10	31,5	32 – 36	< 40,0	- Tidak pahit - Sesuai untuk pangan - Agak peka tungau merah - Toleran penyakit bercak daun
Darul Hidayah	1998	8 - 12	102,5	25 - 31	< 40,0	- Tidak pahit - Sesuai untuk pangan - Agak peka tungau merah -- Agak peka busuk jamur

(Sumber: BB Biogen, Kemtan).

# Varietas unggul ubi kayu untuk bahan industri:

- Tepung dan pati: via proses dehidrasi, hidrolisis atau fermentasi
- Kriteria: Potensi hasil tinggi, kadar bahan kering dan pati tinggi; bisa HCN tinggi



Varietas	Tahun dilepas	karakteristik				
		Umur (bln)	Hasil umbi (t/ha)	Kadar pati (bb)	Kadar HCN (mg/kg)	keterangan
Adira 2	1978	8 - 10	22	41	124,0	- Pahit - Cukup tahan tungau merah - Tahan penyakit layu
Adira 4	1978	10	35	20 - 22	68	-Pahit Cukup tahan tungau merah - Tahan terhadap jamur
UJ-3	2000	8-10	20-35	20-27	> 100,0	-Pahit - Agak tahan bakteri hawar daun

(Sumber: BB Biogen, Kemtan).

# Varietas unggul ubi kayu untuk bahan industri



Varietas	Tahun dilepas	karakteristik				keterangan
		Umur (bln)	Hasil umbi (t/ha)	Kadar pati (bb)	Kadar HCN (mg/kg)	
UJ-5	2000	9 – 10	25 - 38	19-30	> 100,0	- Pahit -Agak tahan CBB ( <i>Cassava Bacterial Blight</i> )
Malang 4	2001	9	39,7	25-32	> 100,0	- Pahit - Agak tahan tungau merah Adaptif terhadap hara sub-optimal
Malang 6	2001	8	36,4	25-32	> 100,0	-Pahit Agak tahan tungau merah -Adaptif terhadap hara sub-optimal

(Sumber: BB Biogen, Kemtan).



## HASIL PENELITIAN UBI KAYU UNPAD

### PENANAMAN DI GARUT

2 aksesori potensial hasil dan pati tinggi

- 16/29/517 = potensi 11 ton/ha
- 36/38/548 = potensi 12 ton/ha

### PENANAMAN DI JATINANGOR

3 aksesori potensial hasil dan pati tinggi

- 19/160/523 = potensi 17 ton/ha
- 31/148/614 = potensi 30 ton/ha
- 7/25/531 = potensi 60 ton/ha





Karakterisasi ubi kayu: secara morfologi dan molekuler untuk mendapatkan gambaran tanaman yang jelas secara fenotipik dan genotipik, mengidentifikasi jika terjadi proses duplikasi, memvalidasi perwakilan koleksi dari koleksi inti dan koleksi yang belum dikatalogkan, dan memungkinkan studi kekerabatan, hubungan karakter morfologi dan hubungan adaptasi

Karakterisasi morfologi ubi kayu di LIPI dilakukan menggunakan **karakter morfologi** dalam deskriptor ubi kayu Fukuda dkk. (2010) dan deskriptor Kementerian Pertanian RI (2007), terutama untuk karakterisasi daun dan batang.

Kode Deskriptor	Karakter	Skor dan Sifat Karakter
1	Warna Apikal Daun	(1) Hijau Muda
		(2) Hijau Tua
		(3) Ungu Kehijauan
2	Rambut Apikal Daun	(4) Ungu
		(0) Tidak ada
		(1) Ada
5	Warna Petiol	(1) Hijau Kekuningan
		(2) Hijau
		(3) Hijau Kemerahan
		(4) Merah Kehijauan
		(5) Merah
		(6) Ungu
18	Warna korteks batang	(1) Oranye
		(2) Hijau Muda
		(3) Hijau Tua
19	Warna epidermis batang	(1) Cream
		(2) Coklat Muda
		(3) Oranye
20	Warna tampilan luar batang	(1) Oranye
		(2) Hijau kekuningan
		(3) Golden
		(4) Coklat Muda
		(5) Silver
		(6) Kelabu
		(7) Coklat Tua
37	Konstriksi akar	(1) Tidak ada atau sedikit
		(2) Beberapa
		(3) Banyak
38	Bentuk akar	(1) Kerucut
		(2) Kerucut-
		Silindrikal
		(3) Silindrikal
39	Warna luar akar penyimpanan	(4) Irregular
		(1) Putih
		(2) Kuning
		(3) Coklat Muda
40	Warna parenkim akar	(4) Coklat Tua
		(1) Putih

Selain karakter morfologi yang terlihat secara kasat mata, karakterisasi morfologi juga dapat dilakukan pada tingkatan mikroskopis, yaitu morfologi dari molekul kimia (fisikokimia), termasuk karakter morfologi **granul pati, yang dapat berupa ukuran, distribusi, bentuk, dan warna**. Karakter morfologi granul pati akan selaras dengan karakter kimia umbi seperti kandungan pati dan molekul pati

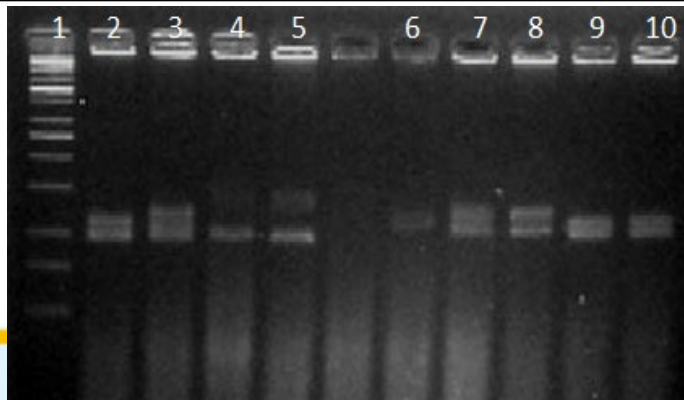
## Karakter untuk Karakterisasi Pati Ubi Kayu

<b>Karakter</b>	<b>Sifat</b>
<b>Warna</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Merah</li><li>2. Biru</li></ol>
<b>Ukuran diameter pati</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sangat kecil (&lt;1um)</li><li>2. Kecil (1-10 um)</li><li>3. Medium (10-25 um)</li><li>4. Besar (&gt;25um)</li></ol>

Sumber: Lindeboom dkk., (2004)

## Karakterisasi dengan *Marka Molekuler*

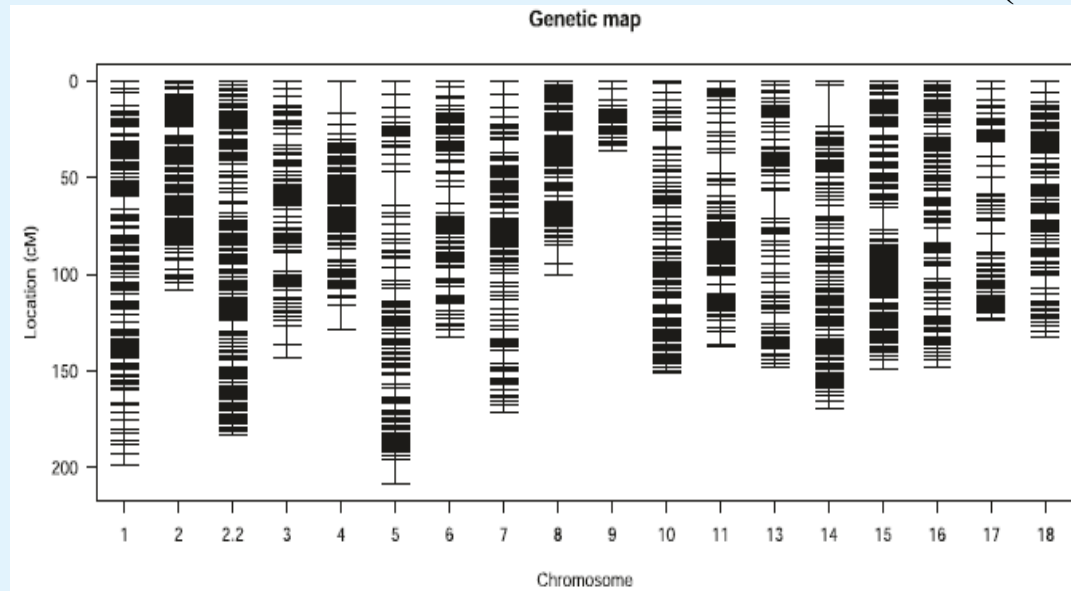
- Aplikasi marka molekuler dapat memfasilitasi pengukuran keragaman genetik berdasarkan sejumlah besar lokus netral tanpa pengaruh lingkungan dan dengan kekuatan diskriminasi yang tinggi.
- Aplikasi marka molekuler sangat penting pada studi filogenetika tanaman, studi evolusi, domestikasi, ekologi dan pemetaan gen.
- Keberhasilan aplikasi marka molekuler sangat tergantung pada teknologi genomik yang tersedia dan pemilihan sistem marka molekuler yang *reliable* sangat penting untuk meningkatkan keakuratan sistem *phenotyping*, sehingga dapat membedakan antar individu tanaman.
- Pemanfaatan marka DNA untuk mempelajari biodiversitas ubi kayu sudah banyak dilakukan, beberapa sistem marka DNA : *Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPD)*, *Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP)*, *Inter Simple Sequence Repeats (ISSR)* dan *Single Nucleotide Polymorphism (SNP)*.



Keterangan gambar:

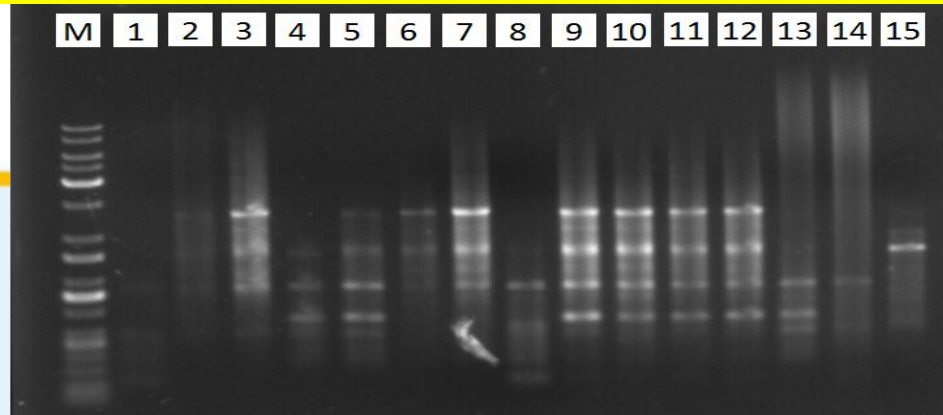
1. DNA Ladder
2. Akses Malra 1
3. Akses Malra 2
4. Akses Malra 3
5. Akses Malra 5
6. Akses Malra 7
7. Akses Malra 9
8. Adira 1
9. Adira 4
10. Darul Hidayah

Polimorfisme pita DNA dengan sistem marka ISSR pada sembilan genotype ubi kayu koleksi Puslit Bioteknologi LIPI menggunakan primer SSRY100 (Sumber: Lab GMMJBT, 2017).

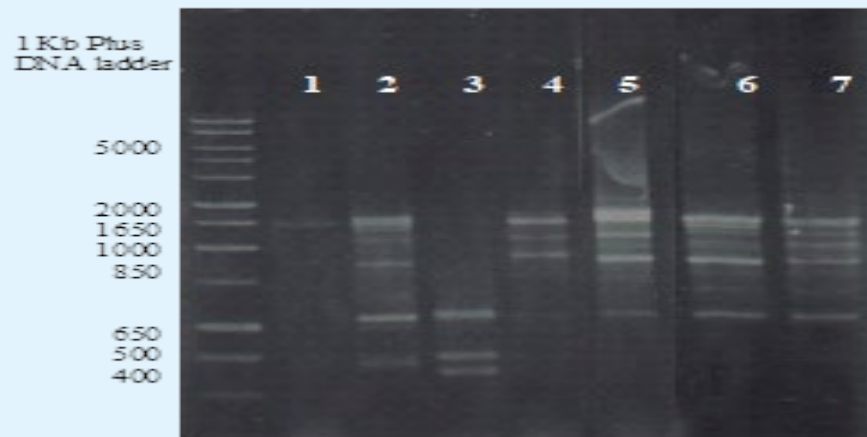


**Gambar 6.** Peta genetik ubi kayu yang mengandung 2.141 marka SNP. LG1-LG18 adalah *linkage group* di ubi kayu, sementara garis-garis hitam adalah marka SNP. Jarak genetik diberikan dalam centi Morgan. (Sumber: Soto dkk., 2015)

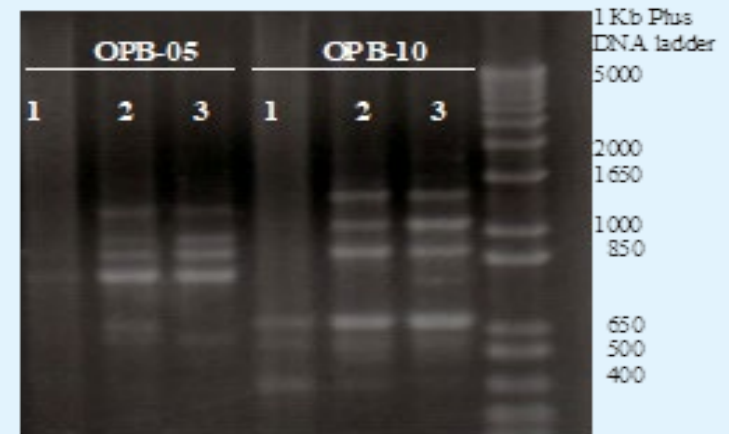
# FINGERPRINTING: GENETIC ANALYSIS: Variasi genetik ubi kayu berdasarkan marker isozim, RAPD dan SSR: LIPI



Hasil amplifikasi DNA Ubi Kayu dengan Primer OPE 15 : M : DNA Marker, 1 : Mentega 2 (K), 2 : Mentega 2 (P), 3 : Mentega 2 (P), 4 : Roti (K), 5 : Roti (K), 6 : Roti (P), 7 : Roti (P), 8 : Ubi Kuning (K), 9 : Ubi Kuning (P), 10 : Ubi Kuning (P), 11 : Ubi Kuning (P), 12 : Ubi Kuning (P), 13 : Roti (K), 14 - 15 : Ubi Kuning (K)



RAPD banding patterns of Menti and other genotypes generated with OPE-15 primer. 1. Adira 4, 2. Kasetsart, 3. Thailand, 4. Menti, 5. Roti, 6. Adira 1, 7. Darul Hidayah.



RAPD banding patterns of Darul Hidayah (1), Kasetsart (2) and Iding (3) generated with OPB-05 dan OPB-10.



# Genotyping by - sequencing (GBS) – ubi kayu Indonesia

## Prospek & persiapan

**GBS ubi kayu**

**Wide SNP marker**

**Aplikasi :**

**Identifikasi variasi genetik**

Data yang diperoleh , diantaranya:

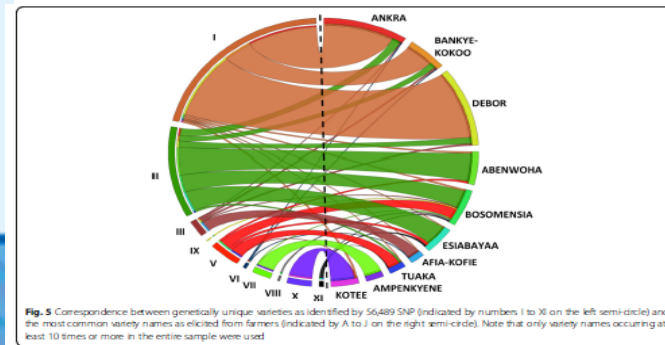
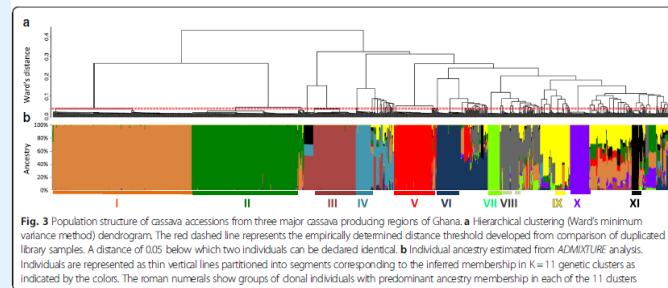
- ✓ *Variety identification : struktur populasi, clustering analysis*
- ✓ *Correspondence between genetically unique varieties*

**Struktur genetik populasi ubi kayu Indonesia**

**Konservasi**

**Pemuliaan**

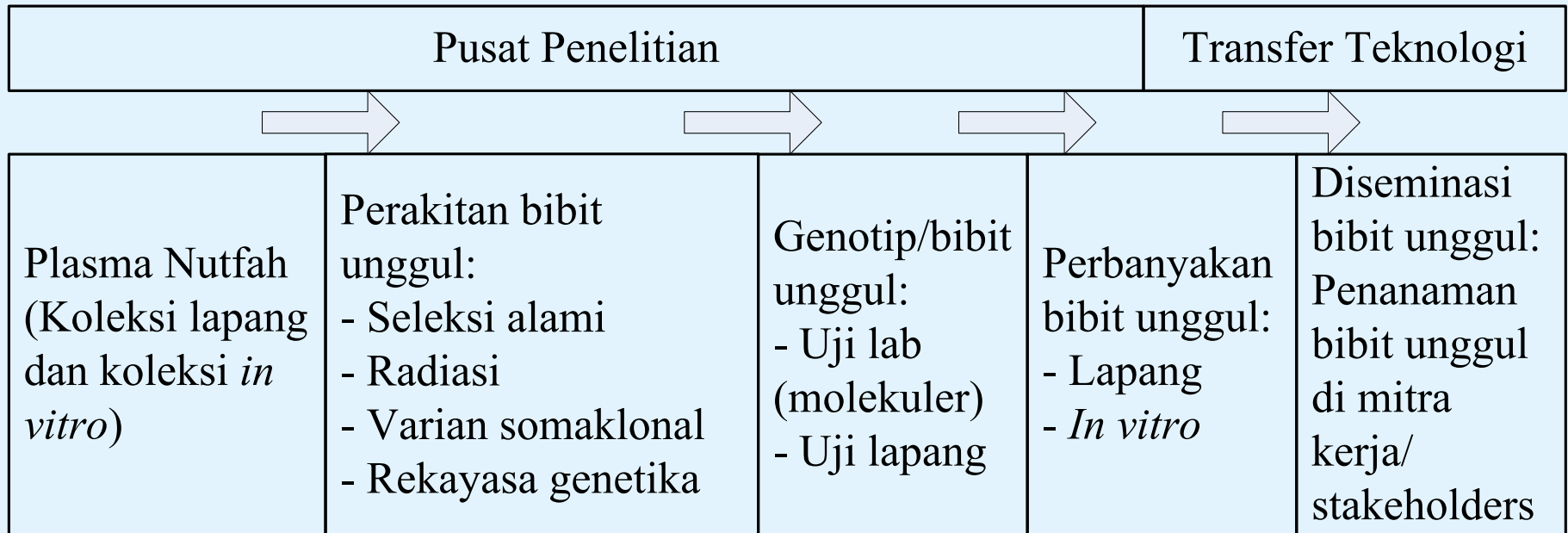
- ☐ data base
  - ☐ rasionalisasi koleksi
- marker assisted breeding*



(Rabbi et al, 2015)

# Pola Riset dan Pengembangan Ubi Kayu Berbasis Bioresources

## (Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI)



# Topik riset di LIPI (+ beberapa instansi lainnya: umumnya” breeding konvensional: daya hasil, pati dan ketahanan HPT)



## A. Perakitan bibit Unggul dan perbanyak bibit

### Sifat unggul

- Umur genjah
- Produksi Tinggi
- Kadar dan komposisi pati
- Kadar nutrisi (beta-karoten, protein, dan mineral)
- Cekaman kekeringan (iklim ekstrim)
- Daya simpan umbi pascapanen
- **Ketahanan terhadap hama dan penyakit**

### Teknik perbanyak bibit *in vitro*

- Induksi tunas majemuk
- Induksi friable embryogenic callus (FEC)

## B. Pengolahan pasca panen

- Produksi mocaf (modified cassava flour)
- Produk hasil fermentasi lain (Gula cair, Asam suksinat)

### Strategi perakitan bibit unggul



Seleksi koleksi



Induksi variasi somaklonal



Induksi mutasi radiasi



Rekayasa genetika



Analisis molekuler



Daya Hasil dan Persentase Pati pada Ubi kayu Koleksi Puslit Bioteknologi LIPI:  
Adira 4: daya hasil tertinggi; Adira 1: pati tertinggi. Roti: pati terendah . Protein:  
tertinggi: Mentega 2

Genotip	Berat basah umbi (kg)	Berat basah umbi kupas (kg)	Berat pati (kg)	%Pati	% Protein
Adira 4	76	93,5	15	19.74	1,19
Adira 1	52	137,4	16	30.76	2,06
FEC 25	32	58,6	9	28.13	2,19
Mentega 1	26	53,9	5.6	21.54	1,5
Mentega 2	39	76,5	10	25.64	2.6
Roti	27	51,3	5	18.52	2,13
Ubi kuning	19	44,3	4.8	25.26	2,5

**Tabel 3.** Variasi Kandungan Amilosa dan Amilopektin pada Ubi kayu Koleksi Puslit Bioteknologi LIPI.

**Iding: tertinggi % amilosa**

Genotip	% Amilosa	% Amilopektin	Peringkat Amilosa
Tim-tim 40	25,522	74 ,478	Rendah
Ubi kayu Tali	26 , 005	73 , 999	Rendah
BIC I	26 , 669	73, 331	Rendah
Adira IV	27 , 619	72, 381	Rendah
Roti	28 ,435	71, 565	Sedang
Adira I	28 , 531	71,469	Sedang
Iding	32 ,528	67,472	Sangat tinggi

# Kandungan **Beta Karoten, Fe dan Zn** Beberapa Genotip Ubi Kayu kuning Koleksi Puslit Bioteknologi LIPI.



Tertingg beta karoten: Mentega 2 (juga zat besi dan Zn), Adira 1 dan FEC 25

Genotip ubi kayu	Kadar Beta Karoten (ppm)	Kandungan Fe (ppm)	Konsentrasi Zn (ppm)
Adira 1	0,023	60,7	8,5
Adira 4	0,009	67,47	10,79
FEC 25	0,022	68,9	6,63
Mentega 1	0,018	64,78	11,03
Mentega 2	0,026	133,07	18,95
Roti	0,011	34,46	11,18
Ubi Kuning	0,019	61,2	13,1

## Bioresources ubi kayu mengandung senyawa potensi racun dan anti nutrisi

- Senyawa racun sianogenik pada ubi kayu terdapat dalam tiga bentuk : (1) glukosida sianogenik (*cyanogenic glycosides*) (2) sianohidrin, dan (3) sianida bebas.
- Bagian terbesar dari glukosida itu terdapat di bagian kulit luar dari umbi atau korteks.
- Jumlah racun sianida yang dihasilkan di dalam suatu umbi sangat berbeda-beda, tergantung pada kondisi lingkungan dan varietas tanaman tersebut. Seluruh bagian dari tanaman ubi kayu, kecuali biji, mengandung glukosida sianogenik.

## B. Keragaman Plasma Nutfah Ubi kayu Bersianida Tinggi



❖ Indonesia bagian Timur masih banyak memiliki biodiversitas ubi kayu dengan jenis pahit



dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi setelah diolah menjadi produk pangan sehingga aman dikonsumsi



Beberapa aksesori ubi kayu tinggi sianida telah dikoleksi dan ditanam untuk memperkaya dan melengkapi koleksi ubi kayu di Pusat Penelitian Bioteknologi - LIPI



**Gambar 3.** Keragaman pucuk ubi kayu koleksi dari daerah Maluku Tenggara dengan kandungan HCN tinggi (Sumber: Lab GMMJBT, 2015)



**Gambar 4.** Warna ungu pada daun pucuk (a) dan keragaan tanaman (b) ubi kayu Tayando jenis pahit dari Maluku Tenggara (Sumber: Lab GMMJBT, 2015)



**Gambar 5.** Warna ungu pada pucuk ubi kayu jenis enbal bintang wain (a) dan enbal Lislis (b) dengan kandungan HCN tinggi (Sumber: Lab GMMJBT, 2015)

## G. Cara Mengurangi Toksisitas Sianida Pada Ubi kayu

Berbagai metode dilakukan untuk mengurangi tingkat toksisitas dan mempertahankan nilai nutrisi dari ubi kayu.

Kombinasi proses sangat berpengaruh terhadap hasil dan persentasi tingkat penurunan racun sianida. Proses pengolahan umbi menjadi bentuk sawut/keripik kemudian dilanjutkan hingga menjadi bentuk pellet (Gambar 13) merupakan salah satu teknik dalam mengurangi kandungan sianida (Adetunji dkk., 2015).



**Gambar 13.** Tahapan pengolahan umbi ubi kayu untuk meminimalisir kandungan sianida (Sumber Adetunji dkk., 2015)

## H. Pemanfaatan “Enbal” Ubi kayu Tinggi Sianida di Maluku Tenggara (Malra)

- ❑ Ubi kayu banyak tumbuh di daerah Maluku terutama Maluku bagian tenggara yaitu Kepulauan Kei Besar dan Kepulauan Kei Kecil merupakan ubi kayu jenis pahit yang mengandung HCN (> 90 ppm)
- ❑ Di provinsi Maluku, ubi kayu selalu ditanam secara sederhana skala rumah tangga dan dibutuhkan sebagai pangan lokal. 2 kelompok ubi kayu :
  - ✓ ubi kayu pahit (enbal) diantaranya jenis Tayando ,Lislis.
  - ✓ Ubi kayu manis (Kasbi)
- ❑ Enbal dan Kasbi dapat tumbuh meskipun kondisi lahan di daerah Malra **sangat miskin hara karena top soil yang tipis dan sebagian besar kondisinya berkarang**



**Tabel 3.** Kandungan Nutrisi Ubi kayu Genotip Lokal Maluku Tenggara

Parameter	Umbi Enmbal 1	Umbi Enmbal 2	Umbi Enmbal 3	Tepung Enmbal
Protein (%)	0.66	0.76	0.93	0.68
Beta Karoten (ppm)	ND	ND	ND	ND
HCN (ppm)	90.10	58.26	96.04	ND
Fe (ppm)	4246.54	19.54	36.22	33.97
Zn (ppm)	16.14	8.59	6.67	5.11

Keterangan : ND : *not detected* . Sumber: lab GMMJBT, 2015.

**Gambar 14.** Kondisi tanah pada lahan budidaya ubi kayu di Kabupaten Tua

Maluku Tenggara (A) dan Ohoi Ngilingof (B) (Sumber: Lab GMMJBT, 2015)

## Varian produk olahan enbal



**Gambar 15.** Varian produk olahan enbal secara tradisional sebagai makanan pokok (Sumber: Lab GMMJBT, 2015)



**Gambar 16.** Bentuk enbal bunga (a) dan stik enbal sebagai makanan pendamping atau cemilan (Sumber: Lab GMMJBT, 2015)



# PERBAIKAN GENETIK: TRAITS

- High yield
- Komposisi pati (amylose-free, high amylose),
- Ketahanan terhadap HPT
- Daya simpan umbi
- Umur genjah
- Nutrisi tinggi: beta karoten, zat besi.
- Ketahanan terhadap kekeringan → menyikapi perubahan iklim
- Penundaan kebusukan (PPD)

(Sumber: Lab. GMMJBT LIPI, 2012)

Penanaman ubi kayu radiasi dalam skala besar di lapang



Uji pendahuluan (penanaman ubi kayu radiasi dalam skala kecil)



# Beberapa jenis ubi kayu unggul hasil penelitian LIPI



No	Jenis ubi kayu	Sifat unggul	Keterangan
1	Menti	Daya hasil dan pati tinggi	Varitas lokal hasil seleksi
2	Manggu	Daya hasil tinggi	Varitas lokal hasil seleksi
3	Iding	Amilosa tinggi	Varitas lokal hasil seleksi
4	Kristal merah	Daya hasil tinggi	Varitas lokal hasil seleksi
5	Mentega 2	Kaya beta karoten dan protein	Varitas lokal hasil seleksi
6	Roti	Daya hasil tinggi	Varitas lokal hasil seleksi
7	Adira 4 RD	Daya hasil tinggi	Hasil radiasi
8	Iding RD	Amilosa tinggi	Hasil radiasi
9	Revita RV1	Daya hasil dan pati tinggi	Varitas terdaftar hasil pemuliaan (varian somaklonal asal Roti)
10	Carvita 25	Kaya beta karoten	Varitas terdaftar hasil pemuliaan (varian somaklonal asal Adira 4)

Pemanfaatan berdasarkan karakter/keunggulan masing-masing jenis



Tepung kaya nutrisi (protein, beta karoten), produk olahan umbi segar, produk olahan tepung, biokonversi: asam suksinat

# Ubi kayu untuk mocaf

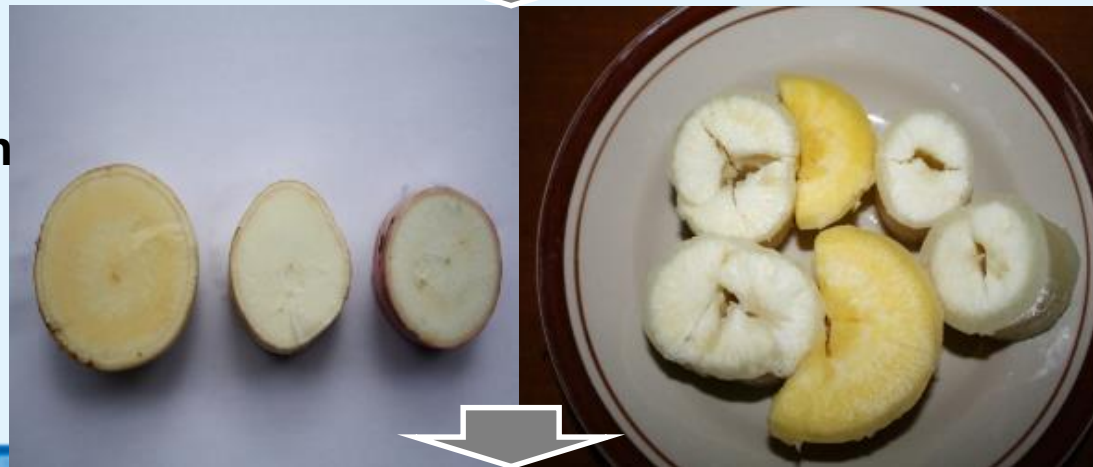
## UBI KAYU TINGGI BETA KAROTEN

**Keunggulan:**  
Sumber  
karbohidrat,  
populer



**Kelemahan:** rendah  
kandungan nutrisi  
(protein, vitamin,  
mineral)

**Peluang:**  
variasi rasa dan  
kadar beta  
karoten



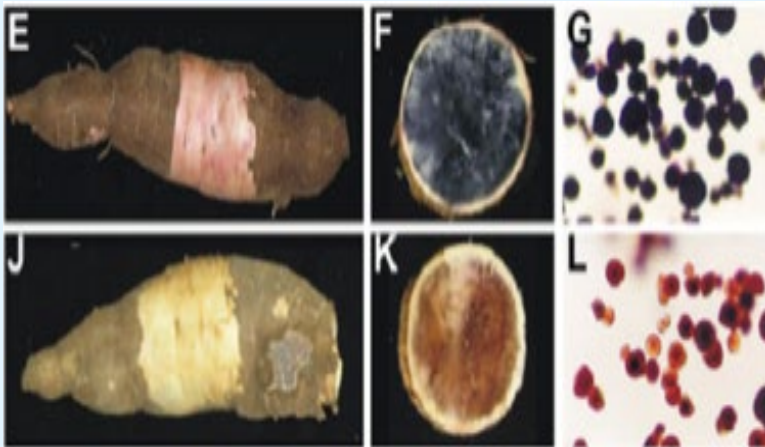
E. Sudarmonowati &  
S. Hartati, P2  
Bioteknologi LIPI

Perbaiki mutu nutrisi. Fokus: **provitamin A (beta karoten)**

# REKAYASA GENETIKA: KOMPOSISI PATI: LIPI - BELANDA



## AMILOSA RENDAH VS AMILOSA TINGGI



Perbandingan karakteristik morfologi tanaman transgenik ubi kayu amilosa rendah dan tanaman kontrol varietas Adira 4 di Puslit Bioteknologi, LIPI (Sumber: Koehorst-van Putten dkk., 2012)

Keragaman karakter morfologi dari tanaman transgenik ubi kayu amilosa tinggi yang ditanam di Puslit Bioteknologi LIPI. (Sumber: Lab. GMMJBT LIPI, 2012)

# KLON UNGGUL HASIL RADIASI: LIPI

- Hasil tinggi
- Amilose tinggi
- Beta karoten tinggi
- Tahan kekeringan
- Zat besi tinggi
- Tahan tanah masam
- HCN rendah



Penampakan umbi ubi kayu seleksi ketahanan terhadap PPD selama 9 hari yang berasal dari iradiasi stek Adira 4 dengan dosis 30 krad.

(Kiri) klon mutan yang menunjukkan toleran terhadap PPD; (Kanan) kontrol yang menunjukkan rentan terhadap PPD (Lab GMMJBT, LIPI, 2012)

### *Induksi Mutasi Melalui Radiasi Stek dan biji Ubi kayu*

Beberapa mutan potensial dari ubi kayu lokal hasil radiasi biji yang ditumbuhkan sampai beberapa generasi di Puslit Bioteknologi LIPI (Sumber: Lab GMMJBT, 2012)

Jenis ubi kayu	Dosis radiasi	Statu propagasi ke:	Karakteristik mutan yang dihasilkan
Darul Hidayah	10 20 30	M1V7	Kadar pati tinggi (32% lebih tinggi dari kontrol)
Gebang Iding Adira IV	10, 20, 30, 40, 50	M1V5	Kadar pati tinggi
Adira IV	2	M1V4	Kadar amilosa tinggi
Iding	2	M1V4	Kadar amilosa tinggi (38% lebih tinggi dari kontrol)
Adira IV	20	M1V4	Kadar amilosa tinggi
Adira IV	30	M1V5	Kadar amilosa tinggi Kadar pati tinggi Berat umbi tinggi

# Memperpanjang daya simpan (Penundaan pembusukan) → dengan radiasi



Ubi kayu Adira IV dosis 30 krad dengan daya simpan umbi sampai dengan 15 hari (kiri). Kontrol Adira IV (kanan) (Sumber: Lab GMMJBT, 2012)

# PENUNDAAN PEMBUSUKAN UMBI KARENA PPD



## - PENDEKATAN MOLEKULER:

- LIPI - UK (Univ.of Bath) dan Swiss (ETH Zurich): gen pengatur dan tanaman transgenik
- LIPI – ETH Zurich: 2011-2015: seleksi 28 genotip ubi kayu yang berasal dari koleksi LIPI yang paling tahan vs paling rentan PPD → 2 genotip terpilih,; analisis transkriptomik dengan teknologi RNAseq : mengetahui gen-gen dan jalur biosintesis yang berperan dalam ketahanan maupun kerentanan umbi terhadap PPD.



## • PENDEKATAN NON MOLEKULER:

- LIPI- ETH Zurich melalui Seed Money Project Grant: 2015-2016 yaitu aplikasi bahan kimia pada skala lapang: konvensional dan perlakuan fitohormon → WORKSHOP + PELATIHAN PETANI





## 1. PVT ubi kayu unggul → terdaftar

- Ubi kayu varietas Antrasena: daya hasil tinggi
- Ubi kayu varietas Indira: komposisi pati (amilosa tinggi)

## 2. Paten

No.	Inventor	Tgl Pendaftaran	No. Pendaftaran
1.	Proses Regenerasi Friable Embryogenic Callus (fec) <i>Manihot esculenta</i> Crantz. Enny Sudarmonowati dan Hani Fitriani	Granted. Tgl tersertifikasi: 6 Okt 2016	No. Paten: IDP000042966
2.	Proses penepungan ubi kayu beta-karoten dan protein serta produk yang dihasilkannya Ahmad Fathoni, N. Sri Hartati, Nur Kartika Indah Mayasti, Enny Sudarmonowati	Tgl. 30 Juni 2015	P00201503998
3.	Tepung ubi kayu termodifikasi dan proses pembuatannya. N. Sri Hartati, Hartati, Ahmad Fathoni, Wahyuni, Nur Kartika Indah Mayasti, Lia Ratnawati, Enny Sudarmonowati	25 Nov 2016	P00201608049

# LIPI: Evaluasi daya hasil di beberapa daerah : 2012 – 2017+ Lampung, Banten, Kalteng, Malang, Sumedang: Total: > 11 lokasi



di KPN – Puslit Bioteknologi



di Merauke



di Sukabumi

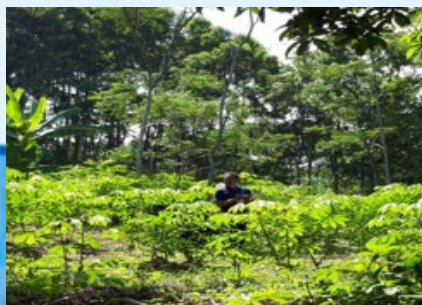


di Maluku Tenggara



di Gunungkidul

Subang



# PENUTUP



1. Kandidat dan varietas unggul ubi kayu untuk mendukung industri hanya dapat diperbanyak dan mudah diakses oleh masyarakat apabila pemerintah (khususnya Kemtan) dan industri dan penelitian lebih erat berkordinasi, bersinergi dan kerja sama: uji multi lokasi, penyediaan bibit dll.
2. Industri perlu berperan lebih banyak bekerja sama dengan lembaga penelitian K/L terkait: UU Sisnas IPTEK No. 11, tahun 2019
3. Menggalang kerja sama antar lembaga penelian dan perguruan tinggi lebih erat agar hasil lebih cepat, didukung stakeholder lain termasuk MSI
4. Perlu perubahan kebijakan pemerintah agar ubi kayu bukan komoditas yang termajinalkan → PRN ubi kayu selain pajale

## Kontributor



Enny Sudarmonowati  
N. Sri Hartati  
Ahmad Fathoni  
Hartati  
Wahyuni



Siti Kurniawati  
Nurhamidar Rahman  
Hani Fitriani  
Supatmi  
Ima Mulyama



### Editor :

Enny Sudarmonowati  
N. Sri Hartati  
Ahmad Fathoni  
Hartati



© 2018 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Katalog dalam Terbitan (KDT)  
Biodiversitas, Perakitan Klon Unggul dan Pemanfaatan *Bioresources* Ubi Kayu untuk Mendukung Ketahanan Pangan/Enny Sudannowati, N. Sri Hartati, Ahmad Fathoni, & Hartati-Jakarta: LIPI Press 2018.

xxiv hlm. + 304 hlm.; 17,6 × 25 cm

ISBN (cetak) 978-602-496-026-1  
(e-book) 978-602-496-027-8

1. Ubi Kayu
2. Ketahanan Pangan
3. Biodiversitas

695.2.363.8.333.9

*Copyeditor* : Risma Wahyu Hartiningsih  
Noviastuti Putri Indrasari  
*Proofreader* : Risma Wahyu Hartiningsih  
Noviastuti Putri Indrasari  
*Perata isi* : Rusli Fazi  
*Desainer sampul* : Rusli Fazi  
*Cetakan pertama* : Desember 2018



Diterbitkan oleh:  
LIPI Press, anggota Ikapi  
Jln. R.P. Soeroso No. 39, Menteng, Jakarta 10350  
Telp: (021) 314 0228, 314 6942. Faks.: (021) 314 4591  
e-mail: [press@mail.lipi.go.id](mailto:press@mail.lipi.go.id)  
website: [lipipress.lipi.go.id](http://lipipress.lipi.go.id)

LIPI Press  
 @lipi\_press  
 @lipi.press

# Terima Kasih

**LAB GMMJBT (Genetika Molekuler dan Modifikasi  
Jalur Biosintesis Tanaman P2 Bioteknologi, LIPI**



**Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang  
Badan Litbang Pertanian-Kementerian Pertanian**

[www.balitkabi.litbang.pertanian.go.id](http://www.balitkabi.litbang.pertanian.go.id)

**BALAI BESAR BIOGEN (Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik  
Pertanian)**

**Balitbangtan.kemtan**