

REVIEW:
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN UNTUK INDUSTRI BERBASIS CASSAVA
RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR CASSAVA BASED INDUSTRY

Tajuddin Bantacut

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga P.O.Box 220, Bogor 16002
Email : bantacut@indo.net.id dan tajuddin@ipb.ac.id

ABSTRACT

Cassava, locally known as ubi kayu, singkong or ketela pohon, has huge potency due to: (i) can be grown in almost all climate conditions, (ii) drought resistance, (iii) raw material for many uses vary from food, feed to energy, and (iv) technically well known by community. However, there is no strong cassava based processing industry (tapioca, cassava flour, glucose syrup, and ethanol) grow with good business insight. This review sees the gap comprehensively between the capacity to produce and availability of raw material (fresh cassava), and high potency of uses and increasingly down stream product demand. This paper ends with recommendations on how to bridge upstream potency and down stream demand through the development of cassava based industry. Special discussion on Cassava Research Center is provided.

Keywords: *Cassava Research Center, development, food security, biofuel*

PENDAHULUAN

Potensi dan Manfaat Cassava

Tanaman cassava yang lebih dikenal dengan ubi kayu atau singkong (*Manihot esculenta* Crantz sin) adalah tanaman semusim, satu famili dengan tanaman karet. Tanaman ini memiliki banyak kelebihan yakni (i) dapat tumbuh pada kondisi yang kurang baik dan iklim yang ekstrim, seperti tanah masam, (ii) mampu berproduksi pada tanah yang subur, tetapi tetap menghasilkan pada tanah yang kurang atau tidak subur, (iii) rentang panen yang panjang yakni antara 10 hingga 30 bulan, (iv) merupakan makanan pokok terbesar dunia setelah gandum, beras dan jagung, (v) sumber terbesar karbohidrat, (vi) sekitar 500 juta orang bergantung padanya, dan (vii) memiliki umbi manis dan pahit (Laswai *et al.*, 2006; Vessia, 2008).

Pemanfaatan langsung sebagai bahan makanan ditentukan oleh kandungan racun yang dikenal dengan linamarin (glikosida dengan inti senyawa sianida yang dibalut oleh glukosa atau *cyanogenic glycosides*) (Janagam, *et al.*, 2008) tidak boleh lebih dari 50 mg per kg umbi basah, berumur pendek dan diharapkan memiliki kandungan protein tinggi. Sementara itu, tanaman yang akan digunakan sebagai bahan baku pati (tapioka) harus memiliki kandungan protein rendah, viskositas (kekentalan) pati tinggi, kandungan pati tinggi, dan kandungan serat rendah.

Secara tradisi, cassava digunakan oleh sebagian masyarakat sebagai makanan bahan pangan pokok seperti halnya beras dan jagung. Konsumsi umbi cassava sebagai makanan pokok sudah sangat berkurang sejalan dengan program 'berasnisasi' (yaitu konversi bahan pangan pokok ke beras) pemerintah pada masa orde baru sehingga masyarakat menempatkannya sebagai makanan kelas dua. Daun cassava digunakan sebagai bahan sayuran memiliki protein cukup tinggi, atau dapat

juga digunakan untuk keperluan yang lain seperti pakan dan bahan obat-obatan (Wagiono *et al.*, 2004). Kayunya dapat digunakan sebagai pagar kebun atau kayu bakar untuk memasak.

Sejalan dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi, penggunaan cassava tidak lagi hanya berorientasi pangan tradisional tapi sudah menjadi bahan baku industri. Umbi cassava sudah digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula dan etanol. Produksi gula cair (*High Fructose Syrup*) sudah banyak dikenal di berbagai negara termasuk Indonesia. Industri etanol yang selama ini menggunakan bahan baku molases mulai menggunakan cassava karena berbagai alasan termasuk harga molases yang semakin naik. Masih banyak produk yang dapat dihasilkan dari cassava tetapi belum berkembang dengan baik. Departemen Perindustrian dan Perdagangan membuat pohon industri sederhana yang diharapkan dapat dilaksanakan dalam waktu yang tidak terlalu lama (Gambar 1).

Secara umum hampir tidak ada kendala agronomis dalam pengembangan cassava di Indonesia. Potensi lahan, iklim dan petani sangat besar dan permintaan (hulu-hilir) yang juga besar dan berkembang. Namun demikian, beberapa kendala perlu mendapat perhatian yakni skala usaha tani yang kecil, fluktuasi harga yang besar, erosi tanah dan kesuburan tanah terganggu. Di sisi lain, permintaan produk turunan terus tumbuh dan berkembang seperti pati, pati termodifikasi, pakan ternak, tepung bahkan MSG (monosodium glutamat).

Perdagangan Cassava

Dunia

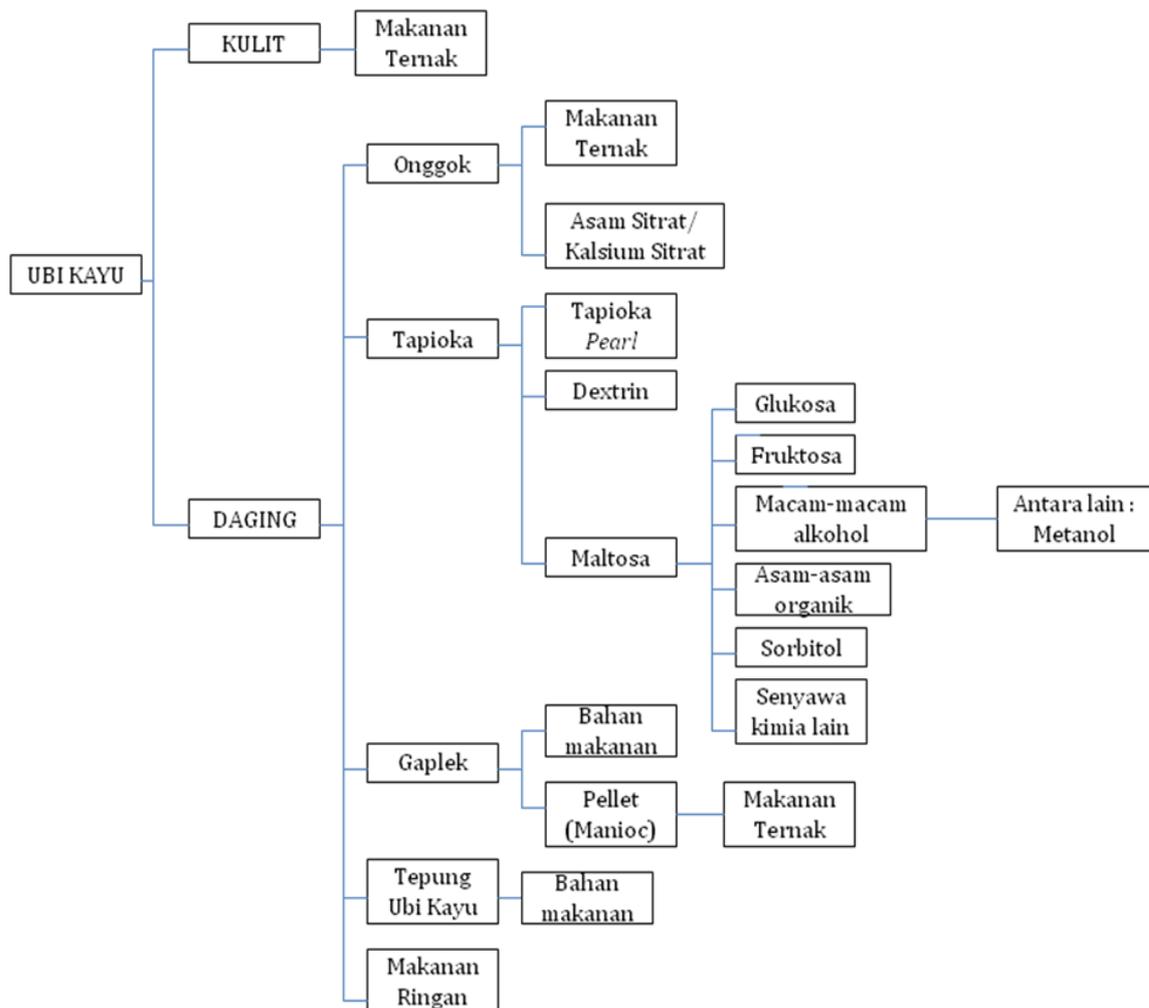
Perdagangan produk cassava tahun 1990, di luar negara masyarakat Ekonomi Eropa, berfluktuasi antara 5 – 7 juta ton/tahun (atau setara dengan 14-19 juta ton umbi segar) dan sekitar 12% dari produksi

dunia. Sebagian besar (85%) diperdagangkan dalam bentuk pellet dan galek yang setara dengan 10% dari produksi global. Perdagangan umbi segar sangat terbatas karena sifatnya yang kamba dan mudah rusak. Thailand dan Indonesia adalah negara pemasok terbesar dengan kontribusi masing-masing 80 dan 10% dari total perdagangan. Sisanya berasal dari Afrika, Asia dan Amerika Latin, seperti Ghana, Madagaskar, Nigeria, Tanzania, China, Vietnam dan Brazil. Permasalahan di pasar dunia adalah ketidakteraturan pasokan akibat berbagai macam persoalan seperti infrastruktur untuk angkutan darat dan jarak yang jauh ke pelabuhan. Masyarakat Eropa adalah tujuan ekspor utama, galek dan pellet, untuk memenuhi bahan baku industri. Sejak pertengahan 1980-an, pasar alternatif terbuka yaitu Timur jauh, khususnya di negara bekas Uni Soviet (Prakash, 2006).

Bentuk utama produk cassava adalah galek dan pellet (60%) serta pati dan tepung. Dalam kurun waktu 1970-2004, Indonesia bersama-sama dengan Thailand dan Vietnam adalah negara eksportir bersih (*net exporter*). Perdagangan dunia tumbuh sekitar

3,3% dalam kurun waktu tersebut. Pertumbuhan cenderung bertambah di akhir periode yakni 8.9% selama 2000-2004. Faktor pembatas dalam perdagangan adalah pasokan (*supply*) bukan pada permintaan. Hal ini terkait dengan harga beli pada tingkat petani yang relatif kecil sehingga kompetisi penggunaan sumberdaya pertanian (lahan) lebih utama untuk komoditas lain (Tabel 1).

Pertumbuhan permintaan dunia di masa mendatang dapat terjadi dengan penambahan penduduk, industri peternakan dan bioenergi (bioetanol). China akan tumbuh menjadi pengimpor terbesar cassava dunia. Negara-negara Afrika banyak yang menghasilkan, tetapi tidak signifikan terlibat dalam perdagangan dunia. Semua produksi digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik terutama sebagai bahan pangan pokok (Prakash, 2006). Perkembangan pasar dunia akan dipengaruhi oleh harga produk hilir yang bernilai tinggi sehingga menaikkan harga beli di tingkat petani. Kenaikan juga dapat terjadi apabila perbaikan revolusioner produktivitas dapat dilakukan sehingga ongkos produksi menurun secara drastis.



Gambar 1. Pohon industri Cassava (Deperindag, 2002)

Tabel 1. Perdagangan cassava dunia

Perdagangan Cassava	Ekspor/ Impor	Tahun					Pertumbuhan (log) %	
		1970	1980	1990	2000	2004	1974- 2004	2000- 2004
Setara Umbi (ribu Metrik ton)	EKSPOR							
	Dunia	4,510	14,242	24,999	16,424	23,390	3,3	8,9
	Thailand	3,206	13,438	22,062	14,603	18,259	3,2	5,4
	Vietnam	0	0	68	380	1,874	0,4	10,6
	Indonesia	939	1,268	2,858	728	1,659	72	64
	IMPOR							
	Dunia	4,510	14,242	24,999	16,424	23,390	3,3	8,9
	Cina	0	300	2,582	4,447	14,142	30,8	42,4
	EU	0	0	14,810	8,921	5,780	96,2	-12,6
	Korea Rep.	0	82	1,582	807	1,204	35,5	4,1
	Japan	246						
	Malaysia	9	360	1,183	614	741	2,3	2,5
	Gaplek dan Pellet (ribu Metrik ton)	EKSPOR						
Dunia		1,390	5,255	8,950	4,710	6,251	2,5	7,6
Thailand		983	4,922	7,761	4,084	5,046	2,5	6,5
Vietnam		0	0	27	152	750	65,1	64,0
Indonesia		364	490	1,099	225	264	-0,9	-8,3
IMPOR								
Dunia		1,390	5,255	8,950	4,710	6,251	2,5	7,6
Cina		0	29	593	871	3,477	27,4	71,4
EU		0	0	5,903	3,538	2,250	83,1	-13,0
Korea Rep.		0	33	630	316	461	33,2	3,3
Japan								
Malaysia		1	0	221	19	32	17,0	12,3
		1	1	32	2	21	5,9	88,7
Pati dan Tepung (ribu Metrik ton)	EKSPOR							
	Dunia	95	87	363	851	1,489	9,4	13,2
	Thailand	0	1	253	749	1,040	50,5	6,0
	IMPOR							
	Dunia	95	87	363	851	1,489	9,4	13,2
	Cina	0	31	219	452	1,088	60,3	26,9
	Japan	49	72	126	113	131	1,8	1,4

Sumber: Prakash (2006).

Kenaikan permintaan gaplek dan pellet sejalan dengan produksi peternakan yang dipengaruhi oleh harga biji-bijian. Secara teknis, biji-bijian lebih disukai dari pada cassava untuk pakan ternak. Selain mutu dan kandungan nutrisi lebih baik juga lebih mudah menyiapkannya. Faktanya bahwa telah terjadi peningkatan perdagangan dunia dalam kurun 1970 dan 1989, yakni naik dari 1,5 juta ton (berat kering) menjadi 10,5 juta ton. Kecenderungan yang sama terjadi hingga saat ini. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai insentif (pajak) yang diberikan oleh negara tujuan.

Kompetisi pasar dunia relatif rendah karena nilai produk yang tidak tinggi. Namun demikian, memperoleh bahan baku dari pasar tersebut tergantung pada harga permintaan dan nilai produk akhir yang akan dihasilkan. Nisbah nilai yang besar memungkinkan memperoleh bahan baku dengan mudah. Sebaliknya, harga beli yang rendah menyebabkan kompetisi yang ketat.

Indonesia

Perdagangan cassava dalam negeri didominasi oleh umbi segar terutama untuk industri tapioka. Pengolahan menjadi gaplek dilakukan oleh petani dalam jumlah yang sangat terbatas. Dalam jumlah yang terbatas, gaplek diolah menjadi tepung cassava yang kemudian digunakan oleh industri baik untuk makanan maupun produk lain. Volume perdagangan cassava segar dalam negeri sekitar 21 juta ton (Tabel 2).

Dengan situasi perdagangan yang tidak menentu, cassava tetap salah satu komoditas ekspor. Neraca volume perdagangan pada tahun 2002 sebesar 0,75 juta ton, namun pada tahun 2003 turun hampir 50% (sebesar 0,45 juta ton) menjadi 0,31 juta ton. Untuk tahun 2004 (sampai dengan bulan September), neraca volume perdagangan mencapai 0,14 juta ton.

Dinamika perdagangan menunjukkan bahwa volume ekspor cassava Indonesia pada periode tahun

2002–2003 mengalami penurunan yang cukup tajam, yaitu sebesar 56,18% (dari 101.247 ton menjadi 44.367 ton). Kenaikan signifikan terjadi pada tahun 2004 menjadi 192.514 ton. Pasar Indonesia adalah China (67%), Taiwan (9%), Malaysia (8%) dan Jepang (6%). Masyarakat Ekonomi Eropa meskipun permintaan masih sangat besar tidak menjadi pasar bagi Indonesia.

Tabel 2. Produksi cassava Indonesia

Tahun	Luas Panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)	Produksi (ton)
1999	1.350.008	12,20	16.458.542
2000	1.284.040	12,50	16.089.024
2001	1.317.912	12,90	17.054.650
2002	1.276.533	13,20	16.913.103
2003	1.244.543	14,90	18.523.812
2004	1.255.805	15,50	19.424.712
2005	1.213.460	15,90	19.321.184
2006	1.227.459	16,30	19.986.637
2007	1.201.481	16,64	19.988.058
2008	1.204.933	18,06	21.756.987
2009*)	1.205.440	18,24	21.990.380

*) Angka perkiraan

Sumber: BPS (2009).

Perdagangan dalam negeri umumnya terjadi secara lokal, karena di semua sentra produksi terdapat industri pengolahan. Namun demikian, pada musim-musim tertentu terjadi perdagangan antar wilayah, misal dari Lampung dibawa ke Pulau Jawa. Hal ini sejalan dengan pewilayahan produksi. Lampung adalah penghasil utama (36% total nasional). Daerah lainnya adalah Jawa Tengah (15%), Jawa Timur (14%), dan Jawa Barat (9.7%). Perdagangan antar provinsi terjadi dalam jumlah terbatas diantara provinsi tersebut (Tabel 3). Tanaman cassava tersebar di semua provinsi, sehingga tanaman ini dikenal sebagai tanaman rakyat atau tanaman pioner (mampu tumbuh di tempat dimana tanaman lainnya tidak mampu).

Produksi cassava meningkat dari tahun ke tahun dalam kurun waktu 2005-2009. Daerah produksi yang mengalami kenaikan secara konsisten adalah Lampung, sementara daerah lain berfluktuasi walaupun tidak signifikan. Kenaikan ini disebabkan karena perbaikan produktivitas. Potensi peningkatan produksi masih sangat besar karena luasan panen yang lebih dari satu juta hektar dengan produksi yang masih berkisar antara 12 – 18 ton/ha. Hal ini terjadi karena sebagian besar penanaman bersifat

tumpang sari. Produktivitas masih dapat ditingkatkan jika ditanam secara mono kultur pada tingkat pemeliharaan saat ini. Dengan demikian, peningkatan produksi mudah dilakukan jika petani memperoleh keuntungan yang memadai.

Luas panen cenderung menurun walaupun relatif stabil, sebaliknya produksi berfluktuasi. Faktor perbaikan produktivitas mempunyai potensi penting. Dari perkembangan produksi dan luas panen tersebut, tidak terlihat adanya gejala (dinamika) yang berarti. Situasi seperti ini dapat diasumsikan sebagai keadaan stabil tidak dipengaruhi oleh faktor apapun (baik internal maupun eksternal). Hal ini menegaskan bahwa cassava bukanlah tanaman utama. Lazimnya, tanaman yang menjadi prioritas senantiasa “bergejolak” baik sebagai respon terhadap kebijakan pemerintah maupun penyesuaian terhadap pasar.

Dari pengamatan lapangan yang penulis lakukan di Jawa Tengah dan Jawa Timur, diketahui bahwa cassava diperlakukan sebagai tanaman “simpanan” maka penggunaan lahan lebih diutamakan untuk komoditas utama seperti padi, jagung dan kacang tanah. Akibatnya, penanaman cassava hanya sebagai pembatas, penahan erosi (batas terasering) atau tanaman antara. Populasi tanaman umumnya antara 1500 – 3000 pohon/hektar atau sekitar 15 – 30% dari populasi normal monokultur.

Pemeliharaan cassava tidak dilakukan secara khusus melainkan “menumpang” pada tanaman lainnya. Pupuk dan pengendalian gulma secara tidak langsung dilakukan melalui pemeliharaan tanaman utama. Pola tanam ini dinilai optimum oleh semua pihak (petani dan pemerintah). Dari sisi petani, pemanfaatan lahan secara optimal memberikan pendapatan yang sinambung (diperoleh dari panen berganti padi, jagung, kacang dan cassava). Dari analisis usaha tani, kombinasi tanaman inilah yang memberikan kemanfaatan terbesar. Tanaman monokultur tidak dapat melebihi pola tanam campuran, baik dalam bentuk pendapatan petani maupun optimasi pemanfaatan lahan.

Cassava dapat menjadi unggulan daerah baik sebagai tanaman tradisi maupun komersial dengan tantangan adalah harga wajar dan pengembangan varietas berumur lebih pendek. Di lahan yang subur, penanaman cassava bersaing dengan tebu atau palawija lainnya. Pemanenan cassava tergantung pada kebutuhan dan harga pasar. Pada saat harga dapat diterima oleh petani maka mereka melakukan pemanenan.

Tabel 3. Produksi cassava di empat provinsi penghasil utama di Indonesia

Provinsi	Tahun (ton)				
	2005	2006	2007	2008	2009
Lampung	4,806,252	5,499,404	6,394,910	7,721,883	7,885,123
Jawa Tengah	3,478,976	3,553,823	3,410,422	3,325,102	3,369,047
Jawa Timur	4,023,614	3,680,570	3,423,632	3,533,767	3,094,322
Jawa Barat	2,068,982	2,044,670	1,922,843	2,034,854	2,124,995
Indonesia	19,321,184	19,986,637	19,988,058	21,756,987	21,990,380

Sumber : BPS (2009).

Demikian juga dengan kondisi memaksa, maka petani akan memanen berapapun harganya. Sebagian petani mempunyai preferensi harga minimal yang jika tidak tercapai mereka akan menunda panen beberapa saat bahkan hingga putaran musim panen berikutnya. Situasi ini menyebabkan umur panen cassava yang bervariasi dari delapan bulan hingga dua tahun.

Dari kunjungan lapangan juga diketahui bahwa intensifikasi, secara teoritis, adalah pilihan untuk meningkatkan produksi. Wonogiri pernah mencoba meningkatkan produksi untuk memenuhi kuota ekspor gaplek ke Uni Eropa sekitar 675.000 dari 875.000 ton/tahun. Sampurna mencoba program ini (memberikan bantuan pembiayaan sebesar Rp. 3,5 juta/ha) tetapi hanya mampu mencapai 13 ton/ha dengan kendala utama adalah tanah dan iklim (kekurangan air termasuk air tanah). Kegagalan berbagai upaya ini menyebabkan pabrik tapioka terbesar di Wonogiri terpaksa ditutup dan beralih menjadi industri glukosa.

Harga cassava di tingkat petani bervariasi sesuai dengan tingkat produksi. Pada saat panen raya harga sangat rendah (Rp. 150/kg). Sebaliknya di luar musim panen harga dapat mencapai Rp. 500/kg. Harga saat ini berkisar antara Rp. 250 – 500/kg tergantung pada lokasi dan kondisi cassava. Harga rata-rata ekspektasi adalah Rp. 400/kg. Biaya angkut menjadi faktor penting penentu harga dan pilihan pasar. Harga pokok yang diterima petani bervariasi menurut lokasi pembeli dalam mata rantai tataniaga. Semakin ke hilir petani menjual semakin tinggi harga yang diterima, tetapi masih harus dikoreksi dengan ongkos angkut dan biaya tataniaga lainnya.

Cassava dan Ketahanan Pangan

Kandungan bahan pangan pokok seperti beras, gandum, ubikayu dan sagu adalah karbohidrat sebagai sumber utama kalori. Kandungan gizi lainnya seperti vitamin, protein dan mineral adalah penambah bukan yang utama, karena bersumber dari sayuran, buahan dan lauk yang lainnya. Karbohidrat adalah hidrat dari karbon atau sakarida yang dalam Bahasa Yunani disebut *sákcharon* (*σάκχαρον*) yang berarti gula. Ia merupakan salah satu dari empat molekul utama yang terbanyak dalam kelompok biomolekul. Peran molekul ini sangat banyak dalam kehidupan yakni sebagai penyimpan dan pengalih energi (pati dan glikogen). Dalam mahluk merupakan komponen struktural (selulosa dalam tanaman dan khitin dalam hewan). Sebagai tambahan, karbohidrat dan turunannya berperan dalam proses kerja sistem kekebalan, pemupukan, fatogenesis, penggumpalan darah, dan pertumbuhan.

Dengan pengertian tersebut, maka semua bahan (hasil pertanian) yang kandungan utamanya karbohidrat dapat dijadikan bahan pangan pokok. Hal ini dapat diketahui dari pola makan dan menu berbagai kelompok masyarakat dunia. Orang Barat sebagian besar tidak pernah makan nasi dengan porsi orang Asia tetapi mereka hidup dan berkembang

sama atau lebih baik. Penduduk Afrika umumnya mengkonsumsi umbi-umbian (terutama cassava) dan tidak pernah makan nasi tetapi mereka berkembang biak dengan baik. Orang Arab dapat bertahan hidup hanya dengan makan kurma. Artinya, tidak harus makan nasi untuk dapat (bertahan) hidup dan berkembang.

Ketersediaan kalori harian sekitar 3.080 di tahun 2005 naik dari 3.030 kkal/kapita di tahun 2004. Situasi tahun berikutnya tidak banyak berbeda karena sebagian dipenuhi dari impor. Penyumbang utama kalori adalah bijian mencapai 61% yang sebagian darinya berasal dari panganan berkarbohidrat. Sumber kalori yang lain adalah minyak dan lemak, gula, kacang tanah atau minyak kacang, buahan, sayuran, daging, telur, dan susu (World Food Program, 2006). Dari segi ketersediaan kalori maka dapat mencukupi kebutuhan, tetapi persoalan justru berada pada pembatasan pangan pokok sumber karbohidrat.

Tanaman sumber karbohidrat utama di Indonesia yang dikenal dan sudah berkembang adalah padi, jagung, ubi kayu, ubi jalar, sagu dan kentang. Sumber lain yang juga sudah dikenal tetapi pemanfaatannya belum berkembang antara lain adalah sorgum, juwawut, jali, uwi, suweg, kimpul, gadung, garut, ganyong, sukun, pisang muda, talas, dan masih banyak lagi. Potensi komoditas ini untuk menggantikan atau substitusi beras dapat diketahui dari kesetaraan kandungan karbohidratnya atau kalorinya. Beberapa perbandingan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan kalori dan karbohidrat bahan pangan pokok per 100 g

Jenis Bahan Pangan	Energi (kkal)	Karbohidrat (g)	Nisbah Kalori Setara Beras
Beras	360	78,9	1,00
Ubi kayu	146	34,7	0,41
Ubi jalar	123	27,9	0,34
Kentang	83	19,1	0,24
Sukun tua	108	28,2	0,30
Tepung cassava	342	81,4	0,95
Tepung terigu	376	85,1	1,05
Tepung sagu	240	-	0,67
Tepung ubi jalar	367	94,1	1,02
Jagung kuning	361	74,3	1,00
Tepung sukun	302	78,9	0,84

Sumber: Kompilasi dari berbagai sumber.

Sebagai sumber kalori, baik biji-bijian maupun umbian tidak jauh berbeda. Nilai nisbah setara beras umbian dalam bentuk segar memang lebih kecil yaitu antara 0,2 – 0,4. Artinya, untuk mencukupi kalori maka harus mengkonsumsi umbian 2 – 5 kali lebih banyak dari pada beras. Jika

konsumsi beras per kapita adalah 100 kg maka diperlukan 200 – 500 kg umbian segar per tahun untuk setiap orang. Perlu dicatat bahwa dalam bentuk segar kandungan terbesar dari hasil pertanian adalah air. Konsumsi dalam bentuk segar, kecuali volume besar dan daya simpan rendah, mempunyai kelebihan yakni biaya (energi) rendah dan kandungan nutrisinya baik. Selain sebagai sumber kalori, cassava mengandung vitamin dan protein (Tabel 5). Daun cassava juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi seperti vitamin (Achidi *et al.*, 2005).

Pengurangan kadar air (pengeringan) memperbaiki nisbah kalori terhadap beras. Tepung cassava mengandung kalori yang (hampir) sama dengan beras. Tepung ubi jalar mempunyai kandungan kalori yang lebih besar dari pada beras. Dengan perbandingan ini maka dapat dikatakan bahwa kalori yang memadai dapat diperoleh dengan mengkonsumsi tepung cassava atau tepung ubi jalar dengan jumlah yang sama dengan beras.

Perbedaan kandungan karbohidrat dan kalori dari bahan pangan pokok dapat bermanfaat bagi kelompok tertentu. Misalnya, bagi mereka yang ingin mengurangi berat badan dapat mengkonsumsi bahan pangan bekarbohidrat dan kalori rendah. Demikian juga mereka yang sulit buang air dapat memilih bahan pangan yang mengandung serat tinggi. Bahkan bagi penderita diabetes juga dapat memilih bahan pangan pokok rendah gula dan tinggi karbohidrat kompleks. Dengan demikian, diversifikasi bahan pangan pokok mempunyai kemanfaatan yang luas sekaligus memperbaiki ketahanan pangan. Pilihan yang bijak adalah mengkombinasikan bahan pangan pokok dari berbagai sumber karbohidrat.

Beras mempunyai keunggulan sifat fisiko-kimia dan sosial-budaya, yakni tahan disimpan, mudah diperoleh, siap olah, cepat saji, kadar kalori dan protein tinggi, dan aromanya spesifik. Keunggulan sifat-sifat ini juga dapat dibentuk pada komoditas lain. Semua tepung-tepungan dapat mempunyai sifat-sifat tersebut. Penerimaan secara sosial-budaya dapat dibangun dengan pembiasaan dan pemahaman terhadap peran dan fungsi bahan pangan pokok utama. Sebaliknya, beras juga mempunyai banyak kelemahan diantaranya kandungan nutrisi mikro dan produktivitasnya yang rendah. Kandungan vitamin dan mineral beras relatif lebih rendah dari sumber karbohidrat lainnya. Produktivitas berkisar antara 4-6 ton untuk padi

sawah dan 1-3 ton per hektar gabah kering giling untuk padi gogo. Bandingkan dengan singkong atau ubi jalar yang dapat mencapai 20 – 40 ton per hektar. Belum lagi dari segi kebutuhan air yakni padi melampaui semua tanaman sumber karbohidrat lainnya.

Produktivitas umbian yang dapat mencapai 10 kali lipat dari padi, melebihi nisbah kandungan kalori yang hanya mencapai seperlimanya. Artinya, lahan yang diperlukan untuk menghasilkan umbian yang mempunyai kesetaraan kalori dengan beras adalah separuhnya. Lebih dari itu, persyaratan lahan dan irigasi yang diperlukan jauh lebih mudah dari pada padi. Peluang untuk meningkatkan produksi umbian jauh lebih mudah dan lebih besar dari pada perluasan sawah untuk meningkat produksi padi.

Cassava dan Energi: Bioetanol

Kebutuhan energi dasar dunia mencapai 11,400 juta ton setara minyak (*million ton oil equivalence/Mtoe*) per tahun (IEA, 2007). Biomassa termasuk pertanian dan kehutanan serta limbah dan sisa bahan organik hanya mencapai sekitar 10%. Bahan bakar fosil sangat dominan yaitu minyak, batubara, dan gas memenuhi lebih dari 80% kebutuhan. Energi terbarukan hanya sekitar 13%. Kebutuhan ini terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk, kenaikan aktivitas ekonomi, perbaikan kesejahteraan dan pariwisata. Persoalan yang ditimbulkan oleh penggunaan energi mineral adalah pencemaran lingkungan dan kelangkaan.

Pencemaran lingkungan, kelangkaan dan keterbatasan sumberdaya minyak mineral telah mendorong perkembangan sumberdaya minyak alternatif. *Bioetanol* dapat dihasilkan dari pati cassava yang dinilai sebagai sumber karbohidrat yang sangat potensial. Penggunaan *bioetanol* masih bersifat substitusi minyak mineral antara 10-25% (pada mesin bensin) dan dapat mencapai 100% pada mesin yang sudah diadaptasi (*adapted machines*).

Permintaan *biofuel* meningkat baik volume maupun kontribusinya terhadap penggunaan energi di sektor transportasi. IEA (2007) memperkirakan bahwa permintaan biofuel akan terus naik, walaupun lambat, hingga pada tahun 2030 berkontribusi lebih dari 3%. Minyak fosil akan menurun menjadi 83% diiringi dengan peningkatan penggunaan batubara sebagai pengganti. Sebaliknya, biomassa yang saat ini mencapai 10% akan sedikit turun menjadi 9%.

Tabel 5. Kandungan kalori dan gizi cassava dalam berbagai bentuk untuk setiap 100 g

	Energi (kkal)	Protein (g)	Zat Besi (mg)	Vitamin A (Fg)	Thiamin (mg)	Niacin (mg)	Vitamin C (mg)	Kadar Air (%)	Serat (g)
Umbi segar	153	0,7	1,0	-	0,07	0,7	30	60	1,0
Tepung cassava	342	1,5	2,0	-	0,04	0,8	0	12	1,5
Daun segar	91	7,0	7,6	2000	0,25	2,4	311	70	4,0
Daun kering	194	32,5	8,0	-	-	-	-	27	-

ARC (2009).

Tabel 6. Produksi *biofuel* Tahun 2007

Negara/kelompok negara	Etanol		Biodiesel		Total	
	Juta liter	Mtoe	Juta liter	Mtoe	Juta liter	Mtoe
Brazil	19.000	10,44	227	0,17	19.227	10,60
Canada	1.000	0,55	97	0,07	1.097	0,62
China	1.840	1,01	114	0,08	1.954	1,09
India	400	0,22	45	0,03	445	0,25
Indonesia	0	0,00	409	0,30	409	0,30
Malaysia	0	0,00	330	0,24	330	0,4
USA	26.500	14,55	1.688	1,25	28.188	15,80
Uni Eropah	2.253	1,24	6,09	4,52	8.361	5,76
Lainnya	1.017	0,56	1.186	0,88	2.203	1,44
Dunia	52.009	28,57	10.204	7,56	62.213	36,12

Mtoe = *million ton oil equivalence* (juta ton setara minyak).

Sumber: berdasarkan analisis F.O. Licht (2007) yang menggunakan data dari OECD-FAO AgLink-Cosimo database dalam FAO (2008).

OECD (Economic Cooperation and Development), terutama Amerika dan Uni Eropa, mendorong pertumbuhan penggunaan bioenergi melalui subsidi. Total dukungan selama tahun 2006 untuk penggunaan *etanol* diperkirakan mencapai US\$ 11-12 miliar atau setara dengan US\$ 0,2-1,0 per liter (Steenblik, 2007). Dukungan seperti ini memungkinkan penemuan baru teknologi produksi yang efisien sehingga bersamaan dengan perbaikan produktivitas pertanian akan menghasilkan *biofuel* yang murah.

Produksi *biofuel* dunia masih sangat terbatas dibandingkan dengan sumberdaya (bahan baku) yang dapat digunakan. Pada tahun 2007, produksi *biofuel* dunia mencapai 62.213 juta liter atau setara dengan 36,12 Mtoe. Amerika Serikat dan Brazil adalah penghasil terbesar masing-masing mencapai 45% dan 30% dari total produksi dunia. Brazil menghasilkan *biofuel* dari tebu dan cassava, sedang Amerika dari jagung dan gandum (Tabel 6). Thailand dan China sedang melakukan beberapa proyek berskala industri. Di Afrika, Nigeria telah memulai tahun 2006 dengan harapan mampu mencapuri 10% *biofuel* kedalam bensin untuk menurunkan pengeluaran minyak dan pencemaran lingkungan.

Indonesia sebagai negara agraris yang luas belum menggunakan *bioetanol* sebagai bahan bakar di sektor transportasi dan industri. Produksi biodieselpun masih terbatas. Kendala utama yang dihadapi, Indonesia sebagaimana negara lainnya, adalah biaya produksi, terutama bahan baku, masih relatif tinggi. Nisbah nilai produk akhir dibandingkan biayanya tidak kompetitif dibandingkan dengan minyak bumi.

Produksi *biofuel* dari jagung di Amerika Serikat dianggap sebanding dengan harga minyak kasar (*crude oil*) adalah pada harga jagung US\$ 75/ton dan harga minyak US\$ 60/barrel. Jika harga minyak naik melebihi harga tersebut maka industri *bioetanol* mendapatkan keuntungan mandiri. Harga jagung yang menaik menyebabkan sulit untuk menghasilkan *biofuel* yang bersaing. Pada saat ini harga jagung yang dianggap baik adalah sekitar US\$ 140/ton, maka harga minyak bumi yang sebanding

adalah US\$ 90 /barrel. Dengan harga minyak bumi saat ini (sekitar US\$ 60/barrel) dan harga jagung (US\$ 140/ton) maka diperlukan subsidi setara US\$ 70/ton jagung untuk menumbuhkan industri *biofuel* (Tyner dan Taheripour, 2007).

Produksi *bioetanol* di Indonesia yang berbahan baku cassava belum tercatat, walaupun ada jumlah masih sangat kecil. Bahan baku yang banyak digunakan adalah tetes yang dihasilkan dari proses produksi gula putih. Hal ini diduga karena teknologi proses yang relatif panjang menyebabkan biayanya tidak bersaing dengan tetes. Secara teknis, produksi industri harus dilakukan secara rutin sehingga kesinambungan produksi cassava menjadi penghambat produksi *bioetanol*. Persoalan bahan baku industri adalah prihal penting. Banyak industri berbasis cassava yang tutup (seperti di Wonogiri dan Ponorogo) dan tidak efisien (Lampung) karena kekurangan bahan baku. Kekurangan ini terutama terkait dengan pola tanam yang bersifat tupangsari dan karenanya panen hampir bersamaan pada bulan Juli sampai September (pucak panen). Walaupun secara statistik, produksi mencukupi jumlah tertentu, tetapi distribusinya tidak merata sepanjang tahun.

Perbandingan penggunaan cassava dengan sumber karbohidrat lain dalam produksi *biofuel* dapat dilihat pada Tabel 7. Angka produktivitas adalah rata-rata dunia sehingga nilai riel sangat bervariasi dari satu ke negara lainnya bahkan antara daerah/lokasi dalam satu negara. Sebagai contoh, rata-rata produktivitas tebu di Brazil adalah 73,5 ton/ha, sehingga hasil *biofuel*-nya mencapai 5,476 liter/ha. Amerika telah menghasilkan 3,751 liter/ha dari jagung yang memiliki produktivitas 5,0 ton/ha. Demikian juga dengan cassava, produktivitas sangat dipengaruhi oleh tempat, varietas pola tanaman dan pemeliharaannya. Misalnya, penggunaan bibit mukibat dapat menghasilkan lebih dari 3000 liter etanol/ha atau setara dengan 20.000 KWH/ha.

Cassava adalah bahan baku yang baik, dapat menghasilkan 180 liter per ton, meskipun jauh di bawah jagung (400 liter/ton), beras (430 liter/ton), gandum (340 liter/ton) dan sorghum (380 liter/ton). Cassava masih lebih baik dibandingkan dengan gula beet (110 liter/ton) dan tebu (70 liter/ton). Jika

dilihat dari produktivitas per satuan luas, maka cassava (2.070 liter/ha) jauh lebih baik dari jagung (1.960 liter/ha), beras (1.806 liter/ha), gandum (952 liter/ha), dan shorgum (494 liter/ha). Dari segi produktivitas gula beet (5.060 liter/ha) dan tebu (4.550 liter/ha) lebih baik (Rajagopal *et al.*, 2007). Secara komprehensif, cassava memiliki kelebihan dengan produktivitas medium hanya memerlukan lahan dan air yang relatif rendah dibandingkan tanaman lainnya. Apalagi kalau dihitung biaya produksi.

Permasalahan

Fakta bahwa industri berbasis tapioka, baik pangan maupun energi, tidak berkembang dengan baik adalah kenyataan yang tidak dapat dipungkiri. Bagi Indonesia, potensi lahan yang dapat ditanami cassava sangat besar. Luas tanam yang adapun masih berpeluang untuk dinaikkan produktivitasnya, karena sebagian besar bersifat tanaman sela atau "pelengkap". Tingkat penerapan teknologi budidaya dan input masih sangat terbatas. Oleh karena itu dapat diyakini bahwa permasalahan terletak pada industri pengolahan (hilir). Permintaan tinggi terhadap umbi segar tidak diikuti oleh harga yang memadai adalah sia-sia karena petani tidak tertarik untuk mengembangkannya.

Permasalahan di pihak petani ditentukan oleh keuntungan berbanding (*comparative advantages*) dari cassava terhadap tanaman lainnya. Bagi industri, permasalahan yang sama dapat terjadi yakni tersedianya bahan baku substitusi yang memberikan keuntungan yang lebih baik. Akibatnya, terjadi senjang pemisah yang lebar antara keinginan petani sebagai produsen dan industri sebagai konsumen. Mereka tidak mungkin dipertemukan pada satu titik keseimbangan, karena pada titik itu keduanya mengalami kerugian ekonomi. Teknologi harus dikembangkan untuk menekan biaya produksi kedua belah pihak sehingga ruang singgung mereka semakin luas.

Pengembangan Industri Berbasis Cassava

Ketika industri tapioka, sirup glukosa, dan tepung cassava dalam negeri mengalami kesulitan, industri yang sama dan berbagai industri hilir

lainnya berkembang dengan baik di negara lain. Thailand, secara konsisten, mengembangkan industri modifikasi pati cassava dengan ragam produk yang banyak (Gambar 2). Pasar produk hilir tersebut tumbuh dan berkembang dengan nilai (harga) yang baik sehingga petani mendapatkan imbas dalam bentuk harga jual umbi dan tapioka yang lebih baik.

Modifikasi pati adalah salah satu industri yang berkembang dan penting karena pertumbuhan permintaan baik dalam dan luar negeri sangat cepat. Modifikasi secara fisik meliputi perlakuan tekanan (*shear force*), pencampuran dan pemanasan. Kombinasi perlakuan ini telah menghasilkan banyak produk ekstruder dan kudapan. Produk yang terkenal adalah pati alfa (*alpha starch*) dan pati yang dipanaskan dalam keadaan lembab (*heat moisture treated starch*). Pati alfa mempunyai sifat yang spesifik seperti lebih transparan, tidak bercampur dengan benda asing, pembawa warna yang baik, dan kekentalannya tinggi. Thailand memproduksi sekitar 50,000 ton/tahun (Sriroth *et al.*, 2002).

Thailand banyak menggunakan produk pemanasan pati dalam keadaan lembab sebagai "product improver" pengganti sagu yang semakin sulit diperoleh. Mutiara tapioka sudah banyak diproduksi dengan ukuran dan rupa yang bermacam-macam. Permintaan produk ini terus meningkat sejalan dengan tumbuhnya industri pangan dan kesadaran masyarakat untuk diversifikasi pangan pokok. Penggunaan tapioka dalam industri ini mencapai 100.000 ton/tahun.

Modifikasi kimia menghasilkan lebih banyak produk dengan kegunaan yang sangat beragam. Pati teroksidasi banyak digunakan sebagai pelapisan permukaan (kertas atau bahan kemas). Dewasa ini dihasilkan sekitar 240.000 ton/tahun. Demikian juga dengan hasil modifikasi asam dan pati asetat yang penggunaannya sangat luas.

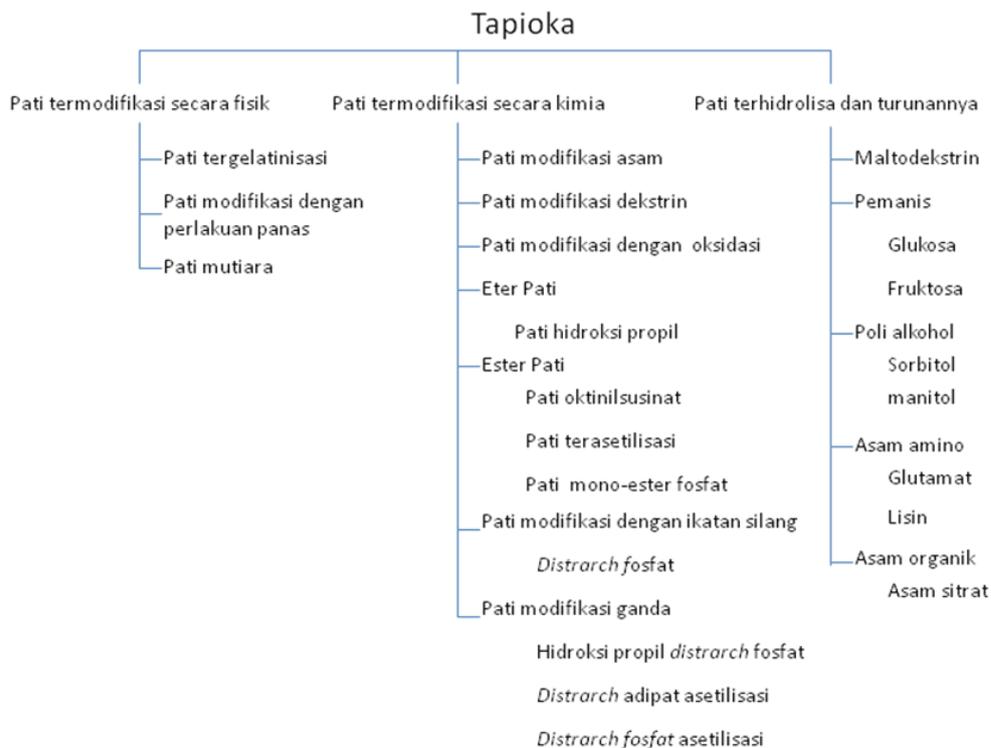
Modifikasi ini perlu diteliti sedemikian rupa sehingga dihasilkan produk yang baik pada tingkat biaya yang wajar. Sifat penelitian diarahkan pada skala industri untuk memahami keuntungan potensial yang nyata dapat diperoleh. Dengan demikian dapat diketahui tingkat imbas yang dapat dikembalikan untuk mengangkat derajat umbi segar.

Tabel 7. Potensi relatif cassava sebagai penghasil *biofuel*

Tanaman	Biofuel	Produktivitas Tanaman (ton/Ha)	Efisiensi Konversi (liter/ton)	Hasil biofuel (liter/ha)
Gula bit	Etanol	46,0	110	5.060
Tebu	Etanol	65,0	70	4.550
Cassava	Etanol	12,0	180	2.070
Jagung	Etanol	4,9	400	1.960
Gandum	Etanol	2,8	340	952
Shorgum	Etanol	1,3	380	494
Sawit (M)	Biodiesel	20,6	230	4.736
Sawit (I)	Biodiesel	17,8	230	4.092
Kedele (AS)	Biodiesel	2,7	205	552
Kedele (Bra)	Biodiesel	2,4	205	491

Sumber: untuk Etanol Rajagopal *et al.* (2007); untuk Biodiesel Naylor *et al.* (2007)

Catatan: M = Malaysia, I = Indonesia, AS = Amerika Serikat, Bra = Brazil



Gambar 2. Modifikasi pati cassava yang diproduksi secara komersial di Thailand (Sriroth *et al.*, 2002)

Produk lain yang sangat potensial dan dapat diserap pasar dalam negeri adalah turunan pati seperti maltose dan glukosa (dekstrosa, fruktosa, manitol, dan sorbitol). Kebutuhan industri farmasi dalam negeri sekitar 112.000 ton/tahun atau setara dengan US \$21 juta. Dengan demikian produk turunan mempunyai potensi pasar domestik yang sangat besar (Direktorat Pengolahan Hasil dan Pemasaran Tanaman Pangan, 2005). Pengembangan industri pengolahan menjadi agenda penelitian dan pengembangan yang mempunyai prospek cerah.

Untuk menghasilkan makanan yang dapat diterima perlu dilakukan berbagai penelitian yang dapat mengembangkan pangan sesuai dengan selera dan kebutuhan gizi. Langkah pertama yang dapat dilakukan adalah memodifikasi dan memperbaiki olahan pangan yang sudah dikenal di masyarakat. Tujuannya adalah untuk menghasilkan menu dengan penerimaan yang tinggi secara sosial, fisiologis dan psikologis (Adebowale dan Awonorin, 2005). Produk baru sebagai alternatif terhadap produk sejenis dapat dikembangkan seperti pasta (Baah, *et al.*, 2004), mie, bihun dan biskuit.

Rekomendasi

Persoalan pokok yang menghambat perkembangan industri berbasis cassava adalah kesenjangan nilai tambah antara hulu dengan hilir. Petani tidak mendapatkan insentif yang memadai dari usahatani cassava. Di sisi lain, pasar dalam negeri masih diisi oleh produk hilir dari luar negeri. Penyelesaian filosofis adalah bagaimana menekan biaya produksi di hulu dan membentuk nilai tambah di hilir (Bantacut, 2009a). Dengan demikian, petani

akan mendapatkan keuntungan ganda dari penghematan biaya dan “pengembalian” dari nilai tambah. Dalam perspektif inilah diperlukan intervensi dunia penelitian yang komprehensif.

Hershey *et al.*, (2000) telah mengusulkan tiga prioritas yang perlu intervensi Lembaga Penelitian yaitu: (i) stimulasi permintaan tinggi melalui pengembangan pasar, (ii) menambahkan nilai pasca panen melalui pengembangan proses dan produk, (iii) perbaikan produksi melalui teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan keuntungan (*profitability*). Perlu dicatat bahwa, intervensi tersebut tidak dapat dilakukan secara terpisah karena yang satu bergantung pada yang lain. Seringkali permintaan pasar mengarahkan pengembangan produk, tetapi tidak jarang pula produk baru menciptakan kesempatan pasar. Oleh karena itu, pengembangan produk dan pasar harus berkordinasi.

Kecenderungan global adalah tuntutan kesinambungan memberikan nilai tambah terhadap produk sejalan dengan perbaikan kesejahteraan konsumen. Bahan baku pada tingkat petani bernilai rendah harus dilewatkan melalui sekelompok proses transformasi yang masing-masing akan membentuk pendapatan atau nilai lain bagi konsumen tertentu. Semua proses mempunyai rentang kecanggihan yang luas – dari proses yang sangat dasar di kebun sampai pada industri berbasis teknologi canggih. Intervensi yang diperlukan masih berkisar pada tingkat paling awal konversi produk. Proses ini sangat dekat dengan petani sehingga sangat mungkin mendatangkan manfaat bagi kelompok miskin (Banyak penelitian sudah dilakukan terkait dengan pengembangan produk misalnya di bidang pakan oleh

Wanapat, 2001; Le Duc Ngoan, 2001 dan Liu dan Tang, 2001).

Petani dapat melakukan perbaikan dalam tiga hal (i) meningkatkan produktivitas, sehingga menurunkan biaya satuan produk, (ii) mengurangi biaya dengan tetap mempertahankan tingkat produksi, atau (iii) meningkatkan nilai produk dengan tetap mempertahankan tingkat ongkos dan produksi. Ketiga hal ini tentu tidak bersifat eksklusif. Upaya penelitian dan pengembangan perlu dilakukan untuk membantu petani dapat melakukannya, meliputi praktek agronomis, mekanisasi, dan pengembangan varitas. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Suwanto (2009) bahwa masih terdapat selisih yang besar antara potensi dengan produksi nyata yang dicapai petani. Peningkatan produksi mungkin dilakukan melalui perbaikan persiapan lahan, penggunaan bibit unggul, perbaikan jarak tanam dan populasi, pemupukkan, pengendalian organisme pengganggu tanaman, dan umur panen yang sesuai.

Dukungan kelembagaan sangat penting karena terbukti bahwa perkembangan cassava tidak lain sebagai hasil dari ketertarikan sektor publik dan swasta. Jembatan penghubung yang kuat, sesuai dan menyelesaikan masalah hulu-hilir tidak akan terbentuk dengan sendirinya (Bantacut, 2009b). Dalam perspektif ini, perlu dibangun dan dikembangkan secara khusus Pusat Penelitian Cassava (*Cassava Research Center*) sehingga sinergi antara peneliti dan dunia usaha mempunyai wahana yang memadai. Dengan demikian penyelesaian komprehensif dari hulu sampai hilir akan mendapat perhatian yang memadai, terpadu, fokus dan berorientasi penyelesaian masalah dapat terwujud. Banyak negara yang sudah mempunyai lembaga seperti ini antara lain Thailand (Thai Tapioca Development Institute, Pusat Regional Umbi-umbian di Africa, African Cassava Research Center).

Bagi Indonesia, arah pengembangan industri cassava sangat jelas yakni memperkuat ketahanan pangan dan energi nasional. Dalam konteks yang pertama diperlukan penelitian yang mengkaitkan antara karakteristik cassava dengan pola makan melalui penyajian menu sesuai kebutuhan gizi dan memenuhi selera masyarakat. Dalam konteks yang kedua, karakteristik dikaitkan dengan transformasi fisik, kimia dan biologi sehingga dihasilkan *bioetanol* yang memenuhi kriteria teknik permesinan pada tingkat biaya yang bersaing. Penelitian terpadu ini, pada akhirnya, akan menghasilkan teknologi terapan pendayagunaan cassava sebagai pangan dasar, produk industri dan energi.

Cassava Research Center

Indonesia memiliki banyak Lembaga Penelitian dan Pengembangan serta Perguruan Tinggi yang terkait secara langsung dengan cassava.

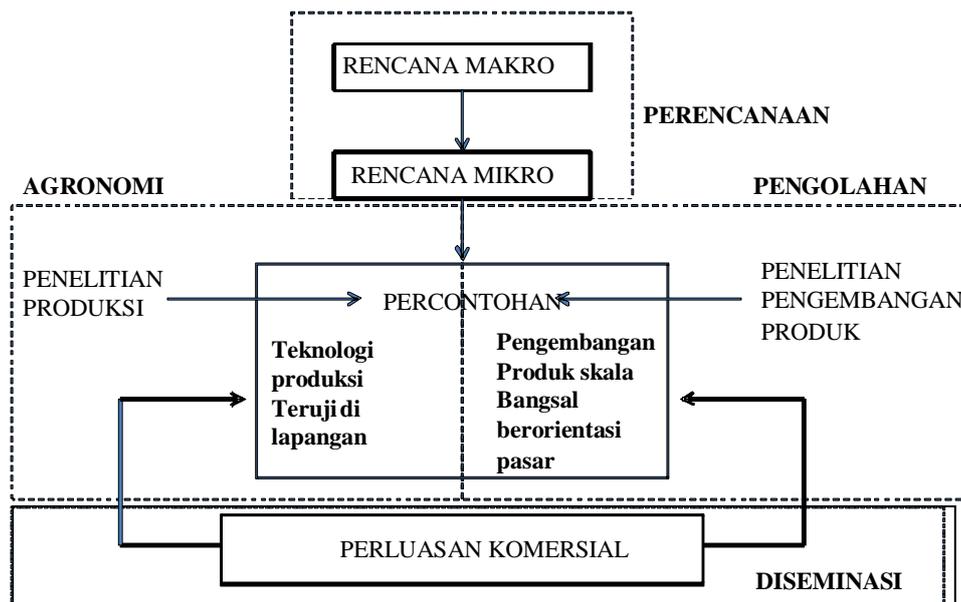
Balai Penelitian Umbi-umbian Malang sebagai bagian dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, melakukan kegiatan yang sangat intensif di sektor hulu (pengembangan varitas baru dan budidaya) dan sangat terbatas di sektor hilir (pengembangan produk turunan cassava khususnya pangan dasar). Lembaga lain melaksanakan penelitian secara parsial sehingga hasilnya belum dapat bermanfaat langsung bagi penguatan ketahanan pangan terpadu. Kegiatan yang diharapkan dalam perspektif ketahanan pangan adalah keterpaduan antara pengembangan varitas dan budidaya dengan pengolahan pangan sampai komposisi menu dan penyajian makanan yang dapat menggantikan bahan pangan pokok utama beras dan terigu.

Cassava Research Center (CRC) harus menyelesaikan permasalahan di atas dengan penyusunan rencana (makro dan mikro) atau lazim disebut agenda penelitian dan pengembangan strategis. Perencanaan makro dimaksudkan untuk memahami situasi ekonomi nasional berkaitan dengan ketahanan pangan. Kajian pasar dan perilaku pangan masyarakat, kompetisi cassava dengan komoditas dan penggunaan untuk produk lain. Pendekatan ini mengarah pada perancangan kegiatan yang sesuai target pasar.

Perencanaan mikro berkenaan dengan pemanfaatan data untuk mendefinisikan karakteristik produk pangan dasar yang potensial dapat diterima masyarakat secara luas. Pertimbangan ini menjadi dasar penyusunan agenda penelitian (agronomi dan pengolahan) untuk menemukan praktek dan hambatan produksi, mencari dukungan kelembagaan, serta penelitian dan pengembangan teknologi pengolahan.

Percontohan pada skala bangsa dimaksudkan semua produk penelitian dapat langsung diterapkan oleh petani, diproduksi oleh perusahaan, dan dikonsumsi oleh masyarakat luas. Karakteristik produk diterjemahkan menjadi teknologi proses yang merupakan jembatan untuk pengembangan spesies (kultivar unggul) dan praktek agronomis. Dengan demikian, hubungan hulu hilir akan menjadi basis konvergensi keterpaduan penelitian agronomis dan pengolahan (pangan). Gambar 4 mengilustrasikan hubungan tersebut.

Lingkup kerja CRC mencakup hulu hilir dalam keterpaduan menghilangkan faktor penghambat melalui pengembangan teknologi dan dukungan kebijakan. Peran ini adalah penghubung dinamika yang terjadi di hilir dengan modernisasi di hulu. Artinya, semua perkembangan di hilir (permintaan produk baru, perbaikan mutu, keamanan produk) direpson dengan cepat sehingga signalnya sampai ke semua mata rantai yang terlibat (industri sampai petani). Dengan peran seperti ini, CRC diharapkan mampu menjadi lokomotif pengembangan ekonomi cassava khususnya serta agroindustri dan ketahanan pangan secara umum.



Gambar 4. Penyusunan rencana aktivitas kebun cassava terpadu

DAFTAR PUSTAKA

- Achidi A.U., O.A. Ajayi, B.B. Maziya-Dixon, dan Bokanga M. 2005. The use of cassava leaves as food in Africa. *J. Ecology of Food and Nutrition* 44 (6): 423-435.
- Adebowale A., L.O. Sanni, dan S.O. Awonorin. 2005. Effect of texture modifiers on the physicochemical and sensory properties of dried fufu. *Food Science and Technology International* 11 (5): 373-382.
- ARC 2009. *Cassava*. Agriculture Research Council.
- Baah F.D.I, Oduro, dan W.O. Ellis. 2004. Evaluation of the suitability of cassava and sweetpotato flours for pasta production. *Journal of Science and Technology* 25 (1) : 16-24.
- Bantacut T. 2009a. Peran lembaga pengelola stok pangan nasional untuk mempercepat proses industrialisasi tepung cassava. Paper dipresentasikan pada Lokakarya Nasional Akselerasi Industrialisasi Tepung Cassava Untuk Memperkokoh Ketahanan Pangan Nasional. Balai Kartini, 9 Mei 2009, Jakarta.
- Bantacut T. 2009b. Kebijakan Pendorong Agroindustri Tepung Dalam Perspektif Ketahanan Pangan. *Majalah Pangan*, Mare 2009.
- BPS, online, Statistik Indonesia. <http://www.bps.go.id/>.
- Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Tanaman Pangan. 2005. Data Base Pemasaran Internasional Ubi Kayu. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Laswai H.S., V.C.K. Silayo, J.J. Mpagalile, W.R. Balegu, dan J. John. 2006. Improvement and Popularization of Diversified Cassava Products For Income Generation and Food Security: A Case Study of *Kibabu*. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development* 6 (1):1-15.
- MMA. 2007. Cassava value chain analysis. Study Commissioned By Kilimo Trust and Conducted By Match Maker (MMA) Associates.
- FAO. 2008. The State of Food and Agriculture 2008: BIOFUELS: prospects, risks and opportunities. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Hershey C., G. Henry, R. Best, K. Kawano, R.H. Howeler, dan C. Iglesias. 2000. Cassava in Asia. Expanding the Competitive Edge in Diversified Markets. Review document prepared for the Global Cassava Development Strategy Validation Forum, held in Rome, Italy. April 26-28, IEA (International Energy Agency). 2007. *World Energy Outlook 2007*. Paris.
- Janagam D., P. Siddeswaran, dan M.R. Kumar. 2008. The biochemical effects on occupational exposure of workers to HCN in cassava processing industry. *Indian Journal of Science and Technology* <http://www.indjst.org> 1 (7).
- Le Duc Ngoan. 2001. Current research on cassava as animal feed in Southeast Asia and Vietnam. Paper presented at the International Workshop on Current Research and Development of Cassava as Animal Feed, held in Khon Kaen, Thailand. July 23-24, 2001.
- Liu J.P. dan Z.T. Zhuang. 2001. The use of cassava roots and silage of leaves for pig feeding in Yunnan province of China. In: R.H. Howeler

- and S.L. Tan (Eds.). Cassava's Potential in Asia in the 21st Century: Present Situation and Future Research and Development Needs. Proc. 6th Regional Workshop, held in Ho Chi Minh city, Vietnam. Feb 21-25, 2000 :527-537.
- Naylor R., Liska, A.J. Burke, M.B. Falcon, W.P. Gaskell, J.C. Rozelle, SD dan K.G. Cassman. 2007. The ripple effect: biofuels, food security, and the environment. *Environment*, 49(9): 31–43.
- Phillips T., D. Taylor, L.O. Sanni, dan M.O. Akoroda. 2004. A Cassava Industrial Revolution in Nigeria-The potential for a new crop. ITTA, Ibadan.
- Prakash A. 2006. Study Cassava: International market profile. Background paper for the Competitive Commercial Agriculture in Sub-Saharan Africa (CCAA) *Trade and Markets Division - Food and Agriculture Organisation of the United Nations*.
- Rajagopal D., S.E. Sexton, D. Roland-Host, dan Zilberman D. 2007. Challenge of biofuel: filling the tank without emptying the stomach? *Environmental Research Letters*, 2, 30 November.
- Sriroth K, K. Piyachomwan, K. Sangseethong dan Christopher Oates. 2002. Modification of cassava starch. Paper presented at Xth International Starch Convention, 11-14 June 2002, Cracow, Poland.
- Steenblik R. 2007. Biofuels – at what cost? Government support for ethanol and biodiesel in selected OECD countries. Geneva, Switzerland, Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development.
- Suwarto. 2009. Peningkatan produktivitas cassava: analisis kesenjangan produksi potensial dengan produksi riil. Paper dipresentasikan pada Lokakarya Nasional Akselerasi Industrialisasi Tepung Cassava Untuk Memperkokoh Ketahanan Pangan Nasional. Balai Kartini, 9 Mei 2009, Jakarta.
- Tyner W.E. and F. Taheripour. 2007. Biofuels, energy security, and global warming policy interactions. Paper presented at the National Agricultural Biotechnology Council Conference, 22–24 May 2007, South Dakota State University, Brookings, SD, USA.
- Vessia A. 2008. Cassava: the food of the poor for future food security. CBN – Cassava Biotechnology Network. www.ciat.cgiar.org/biotechnology/cbn/ (20 Mei 2009).
- Wagiono N, Richana, dan A. Hidayat. 2004. Contribution of cassava leaves used as a vegetable to improve human nutrition in Indonesia. Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.
- Wanapa M. 2001. Role of cassava hay as animal feed in the tropics. Paper presented at the International Workshop on Current Research and Development of Cassava as Animal Feed, held in Khon Kaen, Thailand. July 23-24, 2001.