

Dinamika Budi Daya Ubikayu

J. Wargiono, B. Santosa, dan Kartika

CIKAL BAKAL BUDI DAYA

Ubikayu termasuk spesies tanaman purba yang mulai dikenal sebagai tanaman pangan sekitar 7.000 tahun sebelum Masehi (Lathrap 1970). Oleh karena itu, cikal bakal atau awal pembudi dayaan ubikayu dapat dipilah berdasarkan aspek geografis dan antropologis.

Aspek Geografis

Ubikayu berkembang biak secara generatif dan vegetatif. Perkembangbiakan secara generatif, baik secara alamiah maupun rekayasa, dapat menghasilkan keturunan baru yang sangat berbeda dengan induknya. Perbedaan tersebut disebabkan ubikayu mempunyai sifat heterozigot. Biji ubikayu yang telah masak dan kering akan pecah dan bijinya akan terlempar 2-5 m di sekitar pohon induknya. Biji tersebut akan tetap di tempat atau terbawa oleh aliran air hujan dan tertahan di suatu tempat kemudian tumbuh di tempat itu. Setiap pohon yang tumbuh optimal dapat bercabang tiga hingga empat tingkat (percabangan 1 s/d 4) dan tiap percabangan dapat menghasilkan tiga buah, dan tiap buah menghasilkan tiga biji. Oleh karena itu, setiap pohon berpotensi menghasilkan 100 kultivar baru secara alamiah setiap tahun.

Perbanyakkan secara vegetatif dalam bentuk stek batang lebih mudah dan sifat-sifat pohon induknya tidak berubah. Selain itu, stek lebih cepat tumbuh, mulai bertunas sekitar tiga hari setelah ditanam dan 100% dari bibit sehat yang ditanam pada kondisi air tersedia akan bertunas. Berbeda dengan stek, perbanyakkan dengan biji memerlukan waktu 2-4 minggu untuk berkecambah karena kerasnya kulit biji. Perbanyakkan secara vegetatif tersebut lebih cepat diadopsi oleh masyarakat purba yang hidup secara primitif sekitar 7.000 tahun sebelum Masehi. Oleh karena itu, cikal bakal budi daya berkaitan erat dengan asal ubikayu atau leluhur ubikayu secara geografis.

Hasil penelusuran leluhur ubikayu secara geografis oleh 24 peneliti menunjukkan bahwa cikal bakal budi daya ubikayu terdapat di sembilan negara (Tabel 1). Berdasarkan leluhur ubikayu dan temuan dari 58% peneliti dapat disimpulkan bahwa Negara yang mengawali budi daya ubikayu adalah

Tabel 1. Wilayah yang diyakini sebagai tempat lahir pembudidayaan ubikayu.

Negara	Jumlah penelitian pendukung (%)
Brasil	58
Meksiko	12,8
Peru	12,5
Venezuela	8
Amerika Selatan	4
Amerika Tengah	4
Amerika Utara	4
Guatemala	4
Honduras	4

Sumber: Allem (2002).

Brasil. Budi daya ubikayu di negara leluhur tersebut dimulai dari spesies liar dan lokal (*manipeba*).

Aspek Antropologis

Sekitar 7.000 tahun sebelum Masehi ubikayu merupakan tanaman pangan potensial yang tersedia di era primitif. Ubikayu dapat diperbanyak secara vegetatif dan tumbuh subur pada berbagai tipe agroekologi. Oleh sebab itu diyakini oleh berbagai etnis bahwa ubikayu merupakan tanaman pangan karunia Sang Hyang Widi pencipta alam semesta, sehingga mempunyai nilai sakral. Oleh karena itu, eksistensi ubikayu sebagai sumber kalori utama cepat berkembang antaretnis dan antarnegara serta terus dipertahankan. Faktor lain yang mempengaruhi eksistensi dan terus berkembangnya ubikayu adalah keunggulan dari aspek agronomis dan antropologis.

Secara agronomis, ubikayu memiliki daya adaptasi luas, sehingga potensial dibudi dayakan oleh masyarakat yang hidup di wilayah yang kondisi agroekologinya sangat variatif seperti wilayah beriklim kering, lahan marjinal, beriklim basah, dan lahan optimal.

Secara antropologis, ubikayu merupakan tanaman sumber kalori yang mampu beradaptasi pada lingkungan penduduk asli dan dapat disediakan secara berkelanjutan melalui pembudi dayaan di negara leluhur tanaman ini.

Dalam hal nutrisi, ubikayu termasuk komoditas pangan berkadar gizi tinggi dan proporsional seperti jagung, bahkan lebih lengkap dibandingkan dengan padi. Berdasarkan kesetaraan kalori (g/kapita/hari), ubikayu mempunyai kelemahan untuk gizi makro (kadar protein dan lemak rendah), tetapi unggul untuk mineral dan vitamin (Tabel 2).

Tabel 2. Kadar gizi ubikayu dan tanaman pangan lainnya berdasarkan kesetaraan kalori.

Tanaman pangan	Kese-taraan kalori (g/kap/ hari)	Gizi makro			Mineral			Vitamin		
		Kalori (K.kal)	Protein (g)	Lemak (g)	Kalsium (mg)	Fosfor (mg)	Besi (mg)	A (SI)	B1 (mg)	C (mg)
Ubikayu*	364	1269	6.37	2.39	262.68	318	5.57	3065	239	0.48
Padi	347	1269	23.60	2.43	20.82	486	2.78	0	0	0.69
Jagung	352	1269	32.38	13.73	35.20	901	8.45	1795	0	1.34
Ubijalar*	392	1269	8.29	7.11	304.80	498	10.02	78232	224	0.91

*Tepung.

Sumber: Ditgizi (2005).

Dalam kaitan dengan kesehatan konsumen, ubikayu mempunyai pati yang dalam usus berfungsi sebagai probiotik untuk menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang menguntungkan (*Bifidobacteria*), serta menurunkan konsentrasi bakteri patogen (*Escherichia coli* dan *Clostridia*). Oleh karena itu organ pencernaan tetap sehat dan kemungkinan timbulnya kanker pencernaan sangat rendah (Anonim 2004).

Dengan mengkonsumsi pangan kelompok RS-2 (resistant starch-2) seperti ubikayu, ternyata kadar karbohidrat yang tercerna rendah, yang berarti kadar gula dalam darah (respons glikomik/RG) juga rendah, sekitar 45% lebih rendah dibandingkan dengan beras dan roti (Anonim 2004).

Sebagian besar petani dan masyarakat kurang memahami keunggulan agronomis dan gizi ubikayu sebagai pangan pokok, namun kenyataannya dapat menopang kehidupan dan kesehatan. Dalam adat masyarakat Jawa, ubikayu tidak jarang disajikan dalam acara-acara sakral hingga kini, seperti bersih dusun, selamatan ternak (Gumbregan), siraman, dan tingkepan. Selain kegiatan yang bersifat kelompok terdapat kegiatan individual yang dikenal dengan puasa "ngrowot" yang hanya boleh makan ubikayu dan aneka umbi agar tetap sehat dan panjang umur. Secara ilmiah, kegiatan tersebut benar adanya karena dapat terhindar dari (1) kadar gula darah yang tinggi, (2) kekurangan vitamin A dan C, (3) kekurangan zat besi penyebab anemia, dan (4) kekurangan kalsium dan fosfor dan (5) menjaga kesehatan organ pencernaan.

Kebiasaan petani di negara leluhur ubikayu adalah tanam berpindah, yaitu membatasi hutan sekunder atau savana untuk budi daya ubikayu, dan setelah lahan tidak lagi produktif ditinggalkan dan melakukan hal yang sama di tempat yang baru. Kegiatan tersebut terus berlangsung hingga 20-30 tahun dan kembali ke tempat awal bila lahan tersebut layak untuk digarap kembali.

Di Indonesia, budi daya dengan sistem tanam berpindah masih dilakukan oleh penduduk asli di daerah pedalaman, baik untuk ubikayu maupun tanaman pangan lainnya. Walaupun dampak sistem tanam berpindah cukup besar terhadap kerusakan hutan dan degradasi lahan, namun hingga saat ini masih berlangsung di beberapa daerah.

Di negara leluhur, budi daya ubikayu dimulai dari spesies liar nenek moyang ubikayu modern (*Manihot esculenta* Crants). Spesies liar tersebut berkonotasi dengan kadar HCN yang tinggi dan ubinya hanya dapat dikonsumsi tanpa membahayakan konsumen setelah diproses menjadi tepung, karena kadar HCN-nya hanya 8,4% dan ambang batas kadar HCN 50 mg/1.000 g bahan edibel. Hasil optimal dari spesies liar tersebut diperoleh setelah tanaman berumur 4-5 tahun. Dalam perkembangannya ditemukan spesies yang dapat memberikan hasil optimal pada umur 2 tahun dan yang terakhir ditemukan ubikayu modern yang dapat memberikan hasil tinggi mulai umur 7 bulan.

EVOLUSI BUDI DAYA

Sejalan dengan perubahan status ubikayu dari komoditas inferior menjadi komoditas ekspor dan sumber energi (bahan bakar nabati), budi daya ubikayu berevolusi dari penanaman varietas liar dan subsisten menjadi penanaman varietas modern semi komersial dan komersial. Sistem usahatani semi komersial dan komersial dicirikan oleh petani yang responsif terhadap inovasi teknologi atau teknologi presisi untuk tiap tipe agroekologi sebagai langkah antisipatif terhadap perubahan lingkungan dan harga produk agar keuntungan dari usahatannya tetap tinggi. Salah satu variabel yang mempengaruhi keuntungan usahatani adalah tingkat hasil. Hasil tinggi ditentukan oleh ketersediaan varietas unggul dan teknologi budi daya di setiap zona agroekologi.

Budi Daya Tradisional

Budi daya tradisional secara geografis dimulai dari strain liar *M. pruinosa* dan *M. esculenta* spp. *flabellifolia* oleh penduduk Brasil Tengah (pra-Columbian) sejak 7.000 tahun sebelum Masehi. Perkembangan selanjutnya, budi daya strain lokal (manipeba) merambat yang umurnya enam tahun untuk mendapatkan ubi yang berkadar pati tinggi dan strain lokal lain (manipeba-preta dan manipeba-granda) yang merupakan ubikayu modern sebagai tanaman pangan dari genus *Manihot* yang secara botanis dekat dengan *M. esculenta* spp. *flabellifolia* liar.

Manipeba tersebut dibudi dayakan di pekarangan rumah dengan jumlah yang terbatas karena kurang menguntungkan, namun tetap dibudi dayakan sebagai cadangan pangan sesuai dengan tradisi. Selain berumur panjang (5 tahun), *manipeba* berkadar HCN tinggi, namun mampu beradaptasi pada lingkungan marjinal di mana kultivar lain tidak dapat tumbuh dan berproduksi.

Kondisi tersebut menggambarkan sifat primitif kultivar purba. Karena permintaan ubikayu terus meningkat dan produknya semakin variatif maka budi daya primitif berkembang maju yang didukung oleh ketersediaan teknologi budi daya dan spesies modern dari Manihot (*M. esculenta* Crantz).

Budi Daya Modern

Budi daya ubikayu modern dicirikan oleh penggunaan varietas unggul dan teknologi pengelolaannya, baik secara konvensional maupun Mukibat/Satrawi.

Varietas Unggul

Kriteria varietas unggul ubikayu yang sesuai untuk pangan dan bahan baku industri adalah: (1) kadar pati tinggi, (2) potensi hasil tinggi, (3) tahan cekaman biotik dan abiotik, (4) fleksibel dalam usahatani dan umur panen. Dari 16 varietas unggul ubikayu yang telah dilepas oleh Departemen Pertanian hingga saat ini, Adira-1, Adira-4, Malang-4, Malang-6, UJ-3, dan UJ-5 memiliki karakter yang sesuai dengan kriteria tersebut. Selain varietas unggul tersebut tersedia galur harapan yang cukup prospektif berdasarkan indikator hasil tinggi, toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik, kadar pati tinggi, umur panen sama atau lebih genjah, dan disenangi petani (Tabel 3).

Varietas Adira-4 telah meluas pengembangannya di beberapa sentra produksi ubikayu. Di Kediri Jawa Timur, hasil Adira-4 berkisar antara 26-34 t/ha. Selain berdaya hasil dan berkadar pati tinggi, Adira-4 umurnya lebih genjah, tahan terhadap penyakit layu yang merupakan penyakit penting ubikayu, dan sesuai dikembangkan dalam pola tumpangsari. Varietas Adira-1 dengan sifat utama rasa enak dan warna daging ubi kuning telah berkembang pula di daerah pertanian sekitar perkotaan, baik untuk konsumsi olahan langsung maupun setelah melalui proses fermentasi menjadi tape. Varietas Malang-6 agak tahan terhadap hama tungau merah. UJ-3 dan UJ-5 tahan terhadap bakteri hawar daun. Varietas tersebut berkadar pati tinggi dan adaptif pada tanah Ultisol, sehingga berkembang di sekitar daerah industri tapioka di Lampung. Sifat penting lainnya dari keempat varietas unggul ini adalah: (1) daun tidak cepat gugur, (2) adaptif pada tanah ber-pH tinggi dan rendah, (3) adaptif pada kondisi populasi tinggi sehingga

Tabel 3. Karakteristik varietas unggul ubikayu yang sesuai untuk bahan baku bioetanol.

Varietas/galur	Umur (bulan) ¹⁾	Hasil (t/ha)	Kadar pati (%)	Tingkat ketahanan terhadap		
				Xm	Xs ²⁾	Tb ³⁾
Varietas						
Adira-1	7	25-35	28-35	T	T	M
Adira-4	8	25-50	25-30	T	T	T
Malang-4	9	35-45	25-32	T	M	M
Malang-6	9	36,4	25-32	M	T	M
UJ-3	8	30-40	25-30	M	T	M
UJ-5	9	25-38	20-30	M	T	M
Galur harapan						
CMM99008-3	8	25-35	28-35	T	M	M
CMM99008-4	8	30-40	26-32	T	M	M
CMM990-23-12	9	35-45	25-30	T	M	M
CMM2361-66-255	9	30-40	25-32	T	M	M

¹⁾ umur kadar pati mulai optimal; ²⁾ *X. manihotis* dan *X. solanacearum*; ³⁾ *T. bimaculatus*
Tingkat ketahanan: T = tahan; M = agak tahan.

dapat menekan pertumbuhan gulma, dan (4) dapat dikembangkan dalam pola tumpangsari.

Galur harapan yang prospektif untuk dikembangkan berdasarkan indikator (1) disenangi petani, (2) adaptif pada tanah Ultisol dan Inseptisol, (3) rendemen pati dan etanol tinggi, (4) potensi hasil tinggi, dan (5) sesuai untuk pola tumpangsari disajikan pada Tabel 3. Selain sifat-sifat tersebut, umur genjah dengan kadar pati yang mulai optimal pada umur 6 bulan juga sangat diharapkan petani untuk pola rotasi tanam dengan padi dan palawija lainnya agar petani masih punya waktu mengolah tanah sebelum awal hujan. Varietas lokal Bali dan klon harapan CMM99008-4 dapat memenuhi kriteria tersebut dan berpotensi untuk dikembangkan

Pada tingkat hasil 20 t/ha, ubikayu yang diusahakan pada lahan kering memiliki keunggulan komparatif dibandingkan dengan padi gogo atau palawija lainnya (Wargiono 2008). Di beberapa sentra produksi, produktivitas ubikayu berkisar antara 14,3-19,4 t/ha (BPS 2006). Dengan pengelolaan yang lebih baik, varietas unggul yang tersedia saat ini mampu berproduksi 30-40 t/ha. Potensi hasil ini menjadi salah satu faktor pendorong pengembangan aneka industri berbahan baku ubikayu.

Untuk dapat berproduksi optimal, ubikayu memerlukan air setara dengan curah hujan 150-200 mm pada umur 1-3 bulan, 250-300 mm pada umur 4-7 bulan, dan 100-150 mm pada fase menjelang dan saat panen. Berdasarkan karakteristik iklim di Indonesia dan kebutuhan air tersebut, ubikayu dapat dikembangkan di hampir semua kawasan, baik di daerah

beriklim basah maupun beriklim kering, sepanjang air tersedia sesuai dengan kebutuhan tanaman untuk tiap fase pertumbuhan.

Sentra produksi ubikayu umumnya didominasi oleh lahan kering dengan jenis tanah alkalin dan tanah masam yang miskin bahan organik dan hara makro. Oleh karena itu, varietas unggul yang akan dikembangkan perlu memiliki sifat toleran kekeringan, toleran lahan masam dan alkalin, toleran keracunan Al dan efektif memanfaatkan hara P yang terikat oleh Al dan Ca, serta Fe dan Zn yang juga diikat oleh Ca pada tanah alkalin. Sifat-sifat tersebut dimiliki oleh varietas Adira-4, Malang-6, UJ-3, dan UJ-5.

Berdasarkan umur panen, varietas ubikayu dikelompokkan menjadi tiga, yaitu umur genjah, sedang, dan dalam yang masing-masing dipanen pada fase kadar pati optimal, mulai umur 7 bulan, 8 bulan, dan 9 bulan (Hozyo *et al.* 1984, Tonglum *et al.* 2001). Kadar pati ubikayu tidak menurun meski panen ditunda beberapa bulan setelah fase kadar pati optimal, bahkan kadar pati meningkat karena bobot ubi cenderung meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Hal ini merupakan nilai tambah bagi usahatani ubikayu dalam konteks pengembangan aneka industri karena waktu panennya dapat disesuaikan dengan kebutuhan industri.

Penundaan umur panen dapat meningkatkan kadar pati sepanjang tidak terjadi anomali iklim dan gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT). Meskipun umur panen ubikayu bersifat fleksibel, namun penurunan kadar pati akibat anomali iklim dan gangguan hama penyakit tanaman dapat terjadi bila penundaan panen relatif lama. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah penanaman multivarietas (varietas umur genjah, sedang, dan dalam) secara periodik pada suatu wilayah pengembangan, sehingga panen dapat pula dilakukan secara periodik. Varietas berumur genjah, misalnya, dipanen pada umur 7-9 bulan, varietas berumur sedang 8-11 bulan, dan varietas berumur dalam 10-12 bulan. Dengan cara ini dapat dirancang pembagian wilayah pengembangan ubikayu berdasarkan waktu tanam dan umur panen, sesuai dengan kebutuhan industri dan kebutuhan lain di daerah setempat, misalnya wilayah pengembangan ubikayu untuk umur panen 7 bulan, 8 bulan, 9 bulan, 10 bulan, 11 bulan, dan 12 bulan. Luas setiap wilayah pengembangan berdasarkan kriteria umur panen setara dengan kebutuhan harian ubikayu untuk industri dan kebutuhan lainnya.

Di beberapa daerah, ubikayu ditumpangsarikan dengan tanaman pangan lainnya. Hasil varietas Adira-4 dan klon harapan CMM2361-66-255 serta varietas lokal yang ditumpangsarikan dengan padi gogo, kacang tanah, dan jagung di Lampung, Yogyakarta, dan Jawa Timur berkisar antara 25-30 t/ha (Wargiono 2007). Dengan tersedianya varietas unggul berkadar pati dan berdaya hasil tinggi serta mampu beradaptasi dalam pola tumpangsari mengindikasikan bahwa ubikayu dapat dikembangkan dalam pola

monokultur maupun lumpangsari, baik secara subsisten maupun komersial. Dalam usahatani komersial, ubikayu harus menghasilkan 20-25 t/ha agar menguntungkan, dengan B/C rasio lebih dari 1,0. Angka ini dapat dicapai jika harga ubikayu di tingkat petani Rp300-350/kg, baik untuk ubikayu yang ditanam secara monokultur maupun lumpangsari.

Pengembangan usahatani ubikayu untuk bahan baku aneka industri hulu dan hilir juga layak secara teknis dan finansial berdasarkan indikator NVP positif, R/C lebih besar dari satu, dan IRR lebih besar dari bunga Bank komersial (Ditkabi 2008). Dengan tersedianya varietas unggul berkadar pati tinggi, biaya pengolahan produk turunan dari pati menjadi lebih efisien (Richana *et al.* 2003).

Untuk mendapatkan hasil tinggi dan berkelanjutan dari varietas tersebut diperlukan pengelolaan secara optimal dengan menggunakan teknologi presisi untuk setiap agroekologi dengan pendekatan pengelolaan tanaman terpadu (PTT).

Teknologi Budi Daya

Komponen teknologi untuk PTT ubikayu yang saling bersinergi adalah (1) penyiapan lahan, (2) penyediaan bibit, (3) populasi tanaman, (4) pemupukan, dan (5) pola tanam. Teknologi suplemen meliputi (1) cara tanam, (2) waktu tanam, (3) pengendalian OPT, (4) pengendalian erosi, dan (5) penanganan panen.

Melalui penelitian dalam jangka panjang, Badan Litbang Pertanian telah menghasilkan inovasi teknologi produksi ubikayu yang mencakup: (1) penyiapan lahan dan bibit, (2) pola, waktu, dan cara tanam, (3) pengendalian erosi, (4) populasi tanaman dan jarak tanam, (5) pengendalian gulma, (6) pemupukan, (7) pengendalian hama dan penyakit, dan (8) panen.

Pengolahan tanah. Tujuan utama pengolahan tanah adalah memperbaiki struktur tanah, menekan pertumbuhan gulma, dan menerapkan sistem konservasi tanah untuk memperkecil peluang terjadinya erosi. Tanah yang baik untuk budi daya ubikayu memiliki struktur remah atau gembur yang dapat bertahan sejak fase awal pertumbuhan sampai panen. Kondisi tersebut dapat menjamin sirkulasi O_2 dan CO_2 di dalam tanah, terutama pada lapisan olah, sehingga aktivitas jasad renik dan fungsi akar optimal dalam menyerap hara. Kondisi ini dapat memacu pertumbuhan daun dan batang sebagai sumber (*source*) energi untuk tumbuh dan menghasilkan fotosintat secara maksimal untuk ditranslokasikan ke ubi sebagai limbung (*sink*). Translokasi fotosintat secara maksimal teraktualisasi dalam bentuk hasil yang tinggi karena perkembangannya tidak terhambat oleh struktur tanah.

Tabel 4. Efektivitas pengolahan tanah terhadap hasil ubikayu dan tanah tererosi.

Perlakuan	Hasil ubi segar (t/ha)	Tanah tererosi (t/ha/tahun)
Olah tanah minimal	15,0	7,6
Cangkul 1 kali	14,3	10,3
Bajak traktor 7 disc 2 kali	19,0	66,8
Bajak traktor 7 disc 1 kali + guludan kontur	25,4	30,8

Sumber: Suparno *et al.* (1990).

Erosi merupakan penyebab utama degradasi tanah, oleh karena itu pengendalian erosi perlu dilakukan agar usahatani ubikayu berkelanjutan. Pada lahan miring atau peka erosi, tanah perlu dikelola dengan upaya konservasi, yaitu (1) tanpa olah tanah, (2) pengolahan minimal, dan (3) pengolahan sempurna sistem guludan menurut kontur. Pengolahan minimal (secara larik atau individual) efektif mengendalikan erosi, tetapi hasil ubikayu seringkali rendah dan biaya pengendalian gulma relatif tinggi. Pengolahan sempurna didasarkan kepada pencapaian hasil yang tinggi, biaya pengolahan tanah dan pengendalian gulma rendah, tetapi tingkat erosinya tinggi. Oleh karena itu, pengolahan tanah pada lahan yang datar, miring, dan peka erosi tidak sama. Pada lahan dengan topografi datar, pengolahan tanah secara konvensional dilakukan dengan dibajak (dengan traktor 3-7 singkal piring atau hewan tradisional) dua kali atau satu kali yang diikuti oleh pembuatan guludan (*ridging*). Untuk lahan peka erosi, guludan juga berperan sebagai pengendali erosi, sehingga guludan dibuat searah garis kontur. Dengan sistem tersebut hasil ubi meningkat 34% tetapi erosi tanah turun 54% (Tabel 4). Untuk sistem Mukibal/Satrawi, pengolahan tanah berupa pembuatan lubang dengan ukuran panjang, lebar, dan dalam masing-masing 1 m, 1 m, dan 0,20 m. Sekitar 80% dari lubang tersebut diisi pupuk organik dan ditutup dengan tanah galian bekas pengolahan.

Penyiapan bibit. Hasil yang tinggi dapat diperoleh bila tanaman tumbuh optimal dan seragam dengan populasi penuh. Kondisi tersebut dapat dicapai bila bibit yang digunakan memenuhi kriteria tujuh tepat, yaitu tepat varietas, mutu, jumlah, waktu, harga, tempat, dan kontinuitas. Faktor penghambat penyediaan bibit dengan kriteria tersebut adalah: (1) varietas unggul ubikayu sulit berkembang karena mahalnya biaya transportasi bibit, (2) tingkat penggandaan bibit rendah sehingga insentif bagi penangkar juga rendah, (3) daya tumbuh bibit cepat turun selama masa penyimpanan, dan (4) sebagian besar petani belum memerlukan bibit berlabel dari penangkar benih. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan sistem penangkaran bibit secara *in situ*, baik yang dikelola kelompok tani maupun petani secara individu.

Dalam pembibitan tradisional, dari satu batang bibit ubikayu hanya diperoleh 10-20 stek, sehingga luas areal pembibitan minimal 20% dari luas areal yang akan ditanami ubikayu. Pembibitan tradisional akan menyita banyak tempat dan menghambat pengembangan varietas unggul baru. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah menggunakan stek pendek dengan 2-3 mata tunas tiap stek. Pembibitan dengan cara ini disebut *rapid-multiplication* atau penangkaran bibit secara cepat. Keuntungan dari pembibitan stek pendek adalah jumlah bibit yang dapat dihasilkan dari setiap batang ubikayu lebih banyak dibandingkan dengan pembibitan secara konvensional, yaitu tiap meter bibit sumber (BS) hanya dapat diperoleh 4-5 stek (20-25 cm) untuk ditanam (ditangkarkan) secara konvensional, dan 30-40 stek dua mata tunas untuk ditanam secara *rapid-multiplication*. Langkah-langkah penangkaran bibit secara cepat adalah: (1) penyemaian bibit, (2) pemindahan bibit, (3) pemeliharaan, dan (4) panen.

Penyemaian

Bibit berupa stek yang terdiri atas satu, dua, dan tiga mata tunas, disemai terlebih dahulu sebelum ditangkarkan. Media pesemaian adalah bak plastik dengan bingkai kayu dengan panjang dan lebar disesuaikan dengan ukuran bak plastik yang tersedia, sedangkan jumlah bak disesuaikan dengan jumlah stek yang akan disemai. Bak tersebut diisi dengan air atau larutan pupuk NPK setara dengan 2-5 g urea + SP36 + KCl/stek. Di atas permukaan larutan dihamparkan 3-4 lapis kertas koran. Stek yang akan disemai diletakkan pada hamparan kertas tersebut dengan posisi vertikal. Agar stek tidak tenggelam ke dalam larutan, maka kertas perlu disangga dengan anyaman bambu atau kawat kurungan. Kertas dipertahankan dalam keadaan tetap basah selama 7-14 hari agar stek terhindar dari kekeringan.

Setelah berumur 10-14 hari, bibit dipindahkan ke lahan pembibitan yang telah diolah. Pada saat penanaman bibit, tanah dalam kondisi jenuh air (kapasitas lapang) agar akar dapat langsung menyerap air dan hara. Stek dengan 2-3 mata tunas juga dapat langsung ditanam (tanpa melalui pesemaian) namun kelembaban tanah perlu dijaga tetap basah dan posisi stek tidak berubah. Jarak tanam yang dianjurkan adalah 75 cm x 80 cm, baik untuk stek yang telah disemai maupun yang dapat langsung ditanam.

Pemeliharaan

Pemeliharaan bibit mencakup pemupukan, pengendalian gulma, hama, dan penyakit tanaman. Tanaman dipupuk dengan 150-200 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha. Pupuk diberikan secara bertahap, yaitu 50% urea, seluruh SP36 dan KCl pada saat bibit berumur 2 minggu dan 50% urea pada saat tanaman berumur 12 minggu.

Panen Bibit

Panen bibit dimulai pada saat tanaman berumur 7-12 bulan, dengan cara memotong batang, sekitar 10 cm dari pangkal batang, dan membuang batang bagian pucuk yang belum berkayu. Batang bibit tersebut dikumpulkan dan diikat (10-20 batang/ikat) untuk diangkut ke areal pengembangan. Panen dilakukan pada saat bibit akan ditanam atau maksimal satu bulan sebelum bibit ditanam.

Tanaman yang telah dipanen (hanya batangnya yang diambil) dapat dijadikan tanaman pembibitan ke-2, dengan cara membiarkan dua tunas tumbuh dan dipelihara seperti pada pembibitan ke-1. Kualitas bibit dari pembibitan ke-2 tidak berbeda dengan pembibitan ke-1.

Asal stek, diameter bibit, ukuran stek, dan lama penyimpanan bibit berpengaruh terhadap daya tumbuh dan hasil ubikayu (Tabel 5). Bibit yang dianjurkan untuk ditanam adalah stek dari batang bagian tengah dengan diameter 2-3 cm, panjang tiap stek 15-20 cm, dan tanpa penyimpanan.

Cara penyiapan bibit untuk sistem Mukibat adalah dengan sistem sambungan atau okulasi dengan batang atas ubikayu karet (*M. glaziovii*) dan batang bawah varietas unggul ubikayu biasa (*M. esculanta* Crantz). Cara menyambung (*grafting*) dapat dilakukan dengan berbagai cara, karena cara penyambungan tidak berpengaruh terhadap hasil (Tabel 6).

Tabel 5. Daya tumbuh dan hasil ubikayu berdasarkan kondisi bibit.

Kondisi bibit	Daya tumbuh (%)	Hasil (%)
Bagian batang		
Tengah	100	100
Pangkal	95	88
Pucuk	33	62
Diameter stek		
< 2 cm	94	93
2-3 cm	100	100
> 3 cm	95	90
Panjang stek		
2 mata	95	88
3 mata	96	98
20 cm (12 mata)	100	100
Lama penyimpanan		
0 minggu	100	-
4 minggu	87	-
8 minggu	60	-

Sumber: Tonglum *et al.* (2001), Wargiono *et al.* (2001).

Tabel 6. Keragaan hasil berbagai model sambungan.

Cara sambung	Populasi (000/ha)	Hasil (t/ha)	
		A	B
Normal	16	33	-
Satriawi	5	39	75
Mukibat:			
T	5	43	75
M	5	37	71
V	5	36	68
Z	5	37	-
K	5	39	-

Total biaya produksi/ha

A: konvensional (tanpa pupuk organik) = Rp 4.220.000;

B: mukibat dengan 20 ton pupuk organik = Rp 12.710.000.

Pola Tanam

Ubikayu dapat ditanam secara monokultur atau tumpangsari. Pola monokultur umumnya dikembangkan dalam usahatani komersial atau usahatani alternatif pada lahan marjinal di mana komoditas lain tidak produktif atau usahatani dengan input minimal bagi petani yang modalnya terbatas. Pola tumpangsari diusahakan oleh petani berlahan sempit, baik secara komersial maupun subsisten.

Pola tumpangsari memiliki kekurangan dan kelebihan. Kekurangannya adalah: (1) terjadi kompetisi pengambilan hara dan cahaya matahari antarlantaman, (2) curahan tenaga kerja yang lebih banyak dan (3) pengendalian hama/penyakit lebih intensif. Kelebihannya: (1) efektif mengendalikan erosi, (2) meningkatkan efisiensi penggunaan lahan (*land equivalent ratio*, LER), (3) meningkatkan pendapatan bersih/tahun dan terdistribusi secara merata, (4) meningkatkan efisiensi penggunaan hara, (5) memenuhi kebutuhan pangan sesuai dengan angka kecukupan gizi, dan (6) memperbaiki fisik dan kimia tanah, dan (7) dapat memperbaiki kondisi tanah (Tonglum *et al.* 2001, Wargiono 2004).

Pada lahan yang peka erosi dianjurkan menggunakan pola tumpangsari ubikayu dengan padi gogo dan aneka kacang, terutama yang daunnya tidak cepal gugur seperti kacang tanah. Jarak tanam untuk tanaman sela yang efektif mengendalikan erosi dan produktivitas tinggi adalah 40 cm antarbarisan dan 10-15 cm dalam barisan yang barisannya searah dengan garis kontur. Pada lahan yang topografinya datar, ubikayu dapat ditumpangsarikan dengan jagung. Selain dapat mengendalikan erosi, pola

tanam ini juga dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah jika limbah panen tanaman sela dikembalikan ke tanah.

Distribusi hasil dari tumpangsari ubikayu+padi+jagung-kedelai berdasarkan hasil penelitian di Yogyakarta adalah padi dan jagung pada bulan ke-4, kedelai pada bulan ke-7 dan ubikayu pada bulan ke-9, masing-masing 31%, 13% dan 57% dari total nilai hasil. Selain hasil yang terdistribusi merata tersebut tumpangsari juga meningkatkan pendapatan sekitar 18% (Wargiono 2007).

Pola tumpangsari mampu menghasilkan 25 t/ha ubi segar bila populasi tanaman dan pengelolaan optimal. Populasi optimal ubikayu dalam pola tumpangsari adalah 10.000 tanaman/ha. Pengelolaan optimal meliputi pengendalian OPT dan pemupukan sesuai dengan kebutuhan tanaman ubikayu dan tanaman sela.

Hasil analisis menunjukkan, kelayakan finansial pola monokultur maupun pola tumpangsari ubikayu tidak berbeda nyata (Tabel 8). Dengan demikian kedua pola tanam tersebut dapat dikembangkan dalam program penyediaan bahan baku aneka industri yang bersumber dari ubi segar dan produk turunannya. Data survei di Indonesia, Filipina, dan Vietnam menunjukkan bahwa kelayakan usahatani ubikayu dengan pola monokultur maupun tumpangsari bergantung pada produktivitas dan harga ubi di tingkat petani. Jika hasil ubikayu kurang dari 20 t/ha dan harga ubi segar kurang dari 30 dolar Amerika Serikat per ton, B/C rasio berkisar antara 0,21-0,57. B/C rasio menjadi 0,71-1,30 apabila harga ubi di tingkat petani 30 dolar per ton, dan B/C rasio meningkat lagi menjadi 0,85-2,50 jika harga ubi 35 dolar per ton. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa teknologi produksi ubikayu dengan produktivitas 15-25 t/ha layak dikembangkan bila harga ubi segar di tingkat petani Rp 320/kg (Howeler 2001). Pada kondisi harga produk Rp 350/kg untuk ubi segar, Rp 2.000 untuk gabah, Rp 1.100 untuk jagung pipil, dan Rp 3.000 untuk biji kedelai kering sangat menguntungkan dan layak dikembangkan berdasarkan B/C rasio 2,1-2,9 (Wargiono 2007).

Sistem tumpangsari ubikayu+padi+jagung-kedelai juga dapat memenuhi kebutuhan pangan sesuai dengan angka kecukupan gizi keluarga. Bagi keluarga dengan jumlah anggota lima orang, kebutuhan pangan untuk pola konsumsi padi, jagung dan ubikayu serta kedelai sebagai suplemen gizi disajikan pada Tabel 7. Berdasarkan asumsi pemilikan lahan 0,5 ha/KK, ketersediaan pangan berdasarkan angka kecukupan gizi (AKG) dapat terjamin.

Dalam sistem monokultur, penggunaan lahan selama tiga bulan pertama tidak efisien, karena tanah antarbarisan belum tertutup secara sempurna oleh kanopi tanaman, sehingga memberi kesempatan kepada gulma untuk

Tabel 7. Ketersediaan pangan tiap KK berdasarkan AKG dan hasil usahatani.

Pola konsumsi	Kebutuhan (kg/tahun)			Tersedia ^{*)} (kg/0,5 ha)
	Padi	Jagung	Ubikayu	
Padi (gabah GKG)	944	-	-	1.055
Jagung (pipilan kering)	-	644	-	1.255
Ubikayu (ubi segar)	-	-	1453	19.895
Kedelai (biji kering)	55	0	110	170

^{*)}Ubikayu+padi+jagung-kedelai/0,5/KK.

Sumber: Ditglzi 2005 dan Wargiono 2007 (diolah).

Tabel 8. Keragaan sistem usahatani ubikayu monokultur dan tumpangsari di Indonesia, Filipina, dan Vietnam.

Indikator	Indonesia			Filipina		Vietnam	
	Mono-M	Mono-K	T. sari	Mono	T. sari	Mono	T. sari
Biaya produksi (dolar AS)	12.710	265,92	311,72	382,05	702,60	384,67	388,25
Hasil (t/ha)	75	20	15	25	20	25	20
Nilai hasil (dolar AS)							
1	13.350	355,60	377,80	625,00	1100,00	535,50	719,81
2	22.500	600,00	561,10	750,00	1200,00	750,00	891,41
3	26.250	700,00	636,10	875,00	1300,00	895,00	991,41
B/C rasio							
1	0,50	0,34	0,21	0,64	0,57	0,56	0,57
2	0,77	1,26	0,80	0,96	0,71	0,95	1,30
3	1,07	1,63	1,04	1,50	0,85	1,28	1,55

Mono = monokultur, T. sari = tumpangsari.

Mono-M: mukibat monokultur

Mono-K: konvensional monokultur

Sumber: Howeler (2001), Wargiono (2008).

berkembang dan terjadinya erosi pada lahan miring (peka erosi). Dalam sistem tumpangsari, lahan antarbarisan ubikayu yang masih terbuka dapat ditanami padi, kacang-kacangan, dan/atau jagung sebagai tanaman sela. Bila dalam satu tahun tanaman sela lebih dari satu kali seperti ubikayu + padi + jagung - kacang-kacangan, maka jarak antarbarisan ubikayu diperlebar hingga 200-250 cm dan jarak dalam barisan diperapat hingga 0,5 m, dan bila hanya satu kali tanaman sela, jarak tanam ubikayu 125 cm x 80 cm. Dengan jarak tanam tersebut populasi ubikayu sekitar 10.000 tanaman/ha. Melalui pengelolaan tanaman yang optimal dan pemilihan tanaman sela yang tepat, efisiensi penggunaan lahan yang dinyatakan dengan nilai kesetaraan penggunaan lahan (LER) dapat ditingkatkan hingga 2,0 atau lebih di samping beberapa manfaat lain seperti yang telah dijelaskan.

Populasi dan Jarak Tanam

Tanaman dapat memanfaatkan hara dan cahaya matahari secara maksimal bila indeks luas daun mencapai $3,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ lahan. Angka ini dapat dicapai pada populasi tanaman dan jarak tanam yang berbeda untuk setiap tingkat kesuburan tanah, sistem tanam, tipe kanopi tanaman, dan tipe jarak tanam. Perbedaan hasil yang disebabkan oleh perbedaan jarak tanam (Tabel 9) pada populasi tanaman yang sama mengindikasikan intersepsi sinar matahari dapat ditingkatkan melalui pengaturan populasi dan jarak tanam.

Faktor dominan yang menentukan populasi tanaman dalam mendapatkan indeks luas daun optimal adalah tingkat kesuburan tanah dan tipe kanopi (Wargiono 1983). Diameter kanopi ubikayu pada tanah subur lebih lebar dibandingkan dengan di tanah kurus, demikian pula diameter kanopi antara varietas ubikayu tipe bercabang dengan tidak bercabang. Oleh karena itu, populasi tanaman lebih dari 10.000 tanaman/ha sering tidak meningkatkan hasil ubikayu pada tanah yang subur, baik untuk varietas tipe bercabang maupun tidak bercabang. Hal ini disebabkan oleh adanya kompetisi antartanaman dalam mendapatkan sinar matahari.

Diameter kanopi ubikayu pada lahan kurus lebih sempit dibandingkan dengan di tanah subur. Peningkatan populasi tanaman hingga 15.000 tanaman/ha dapat meningkatkan hasil 16%. Hasil menurun sekitar 20% bila populasi ditingkatkan hingga 17.500 tanaman/ha karena terjadinya kompetisi pengambilan cahaya dan hara oleh tanaman (Tabel 9).

Dibandingkan dengan jarak tanam segi empat (100 cm x 100 cm dan 100 cm x 80 cm), jarak tanam model barisan (90 cm x 74 cm) meningkatkan hasil ubikayu sebesar 7-12%. Hal ini mengindikasikan jarak tanam model barisan dapat meningkatkan intersepsi cahaya matahari melalui ruang antarbarisan tanaman ubikayu. Jarak tanam model barisan juga sesuai

Tabel 9. Pengaruh jarak tanam dan populasi tanaman terhadap hasil pada tanah kurang subur untuk tipe varietas tidak bercabang.

Jarak tanam (cm)	Populasi tanaman/ha	Hasil ubi segar (t/ha)
100 x 100	10.000	17,4
125 x 80	10.000	18,1
100 x 80	12.500	16,7
125 x 64	12.500	18,7
90 x 74	15.000	20,1
100 x 66	15.000	21,5
76 x 75	17.500	19,5
100 x 57	17.500	17,1

Sumber: Tonglum *et al.* (2001).

Tabel 10. Pengaruh jumlah tunas dan pemanenan daun tua terhadap hasil ubikayu.

Pemeliharaan jumlah tunas/ panen daun tua	Hasil ubi segar (t/ha)
Jumlah tunas/tanaman	
1 tunas	15,08
2 tunas	20,39
3 tunas	17,95
Daun tua yang dipanen	
0%	48,44
25%	51,07
50%	49,33
75%	47,30

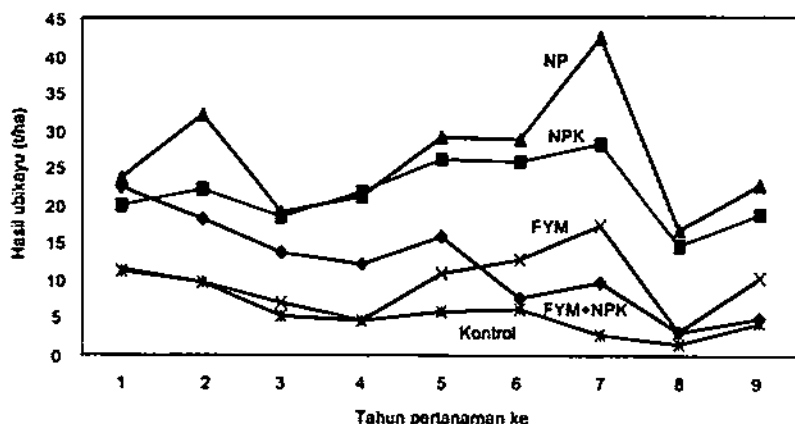
Sumber: Wargiono *et al.* (2001).

digunakan dalam pola tumpangsari, namun perlu dimodifikasi, yaitu jarak antarbarisan tanaman diperlebar menjadi 125 cm untuk satu kali tanaman sela dan 200-250 cm untuk dua kali tanaman sela. Jarak tanam model barisan yang dianjurkan adalah 100 cm x 66 cm atau 125 cm x 64 cm untuk sistem monokultur pada tanah kurang subur, sedangkan pada tanah subur 125 cm x 80 cm dan pada pola tumpangsari adalah 200 cm x 50 cm atau 250 cm x 50 cm.

Cara lain untuk memperoleh indeks luas daun optimal adalah mempertahankan dua tunas/tanaman sejak awal pertumbuhan hingga panen dan memanen daun yang telah tua sekitar 25% dari jumlah daun untuk setiap tanaman pada saat berumur 6-7 bulan, bila pertumbuhan daun rimbun (Tabel 10). Daun ubikayu potensial digunakan sebagai pakan ternak ruminansia, baik secara langsung maupun diolah terlebih dahulu menjadi silase agar dapat disimpan hingga setahun. Melalui cara tersebut dapat dikembangkan sistem integrasi tanaman-ternak dalam upaya mewujudkan sistem usahatani berkelanjutan dengan input luar minimal (LEISA).

Pemupukan

Sebagian besar lahan pertanian di Indonesia miskin bahan organik dan hara NK (Howeler 2001, Suriadikarta 2005). Penelitian menunjukkan bahwa hara yang hilang terbawa panen untuk setiap ton hasil ubi segar adalah 6,54 kg N; 2,24 kg P_2O_5 ; dan 9,32 kg K_2O /ha/musim, di mana 25% N, 30% P_2O_5 , dan 26% K_2O (Wichmann 1992) terdapat di dalam ubi. Berdasarkan perhitungan tersebut, hara yang terbawa panen ubikayu pada tingkat hasil 30 t/ha adalah 147,6 kg N; 47,4 kg P_2O_5 ; dan 179,4 kg K_2O /ha. Untuk mendapatkan hasil



Gambar 3. Pengaruh penggunaan pupuk organik dan anorganik terhadap stabilitas hasil ubikayu (Sumber: George 2001).

linggi tanpa menurunkan tingkat kesuburan tanah, hara yang terbawa panen harus diganti melalui pemupukan setiap musim. Tanpa pemupukan akan terjadi pengurasan hara sehingga tingkat kesuburan tanah menurun. Pemupukan yang tidak rasional atau tidak berimbang dapat merusak kesuburan tanah dan stabilitas hasil ubikayu (Gambar 3).

Pada tahun pertama, hasil ubikayu dengan pemupukan NP dan NPK + pupuk kandang relatif tidak berbeda tetapi lebih tinggi dibanding tanpa pemupukan. Berdasarkan perhitungan, hara K yang terbawa panen untuk setiap 1 ton ubi adalah 9,32 kg K_2O . Hara K yang terbawa panen dari tanaman yang dipupuk NP atau NPK + pupuk kandang pada tingkat hasil ubikayu 23 t/ha adalah 214 kg K_2O /ha, sedangkan pada tingkat hasil 12 t/ha dari tanaman tanpa pemupukan adalah 112 kg K_2O /ha. Pada tahun kedua, pengurasan hara K dari dalam tanah terus berlangsung yang jumlahnya sejalan dengan tingkat hasil. Tanaman yang hanya dipupuk dengan NP, pengurasan hara K dari dalam tanah terus terjadi sehingga tanaman akan kekurangan hara K dan hasilnya akan turun. Penurunan hasil pada tahun kedua untuk tanaman yang dipupuk NP adalah 22% dan 17% untuk tanaman tanpa pemupukan, sedangkan tanaman yang dipupuk NPK + pupuk kandang hasilnya meningkat 39%.

Pengurasan K secara terus-menerus menyebabkan hara tanah mengalami kritis dan kekritisan K menjadi faktor pembatas hasil. Pada tanah Ultisol Lampung, gejala kekritisannya mulai terlihat pada tahun keempat yang ditandai oleh tanaman yang mengalami gejala defisiensi K pada tanaman yang dipupuk dengan NP. Pada kondisi hara K tanah mencapai tingkat kritis, ketahanan tanaman terhadap penyakit bakteri menurun. Hal

Tabel 11. Kadar hara tanah di sentra produksi ubikayu di Indonesia.

Provinsi	Bahan organik	P	K	Ca	Mg
Kalimantan Selatan	S	S	R	SR	S
Lampung	R	SR-R	SR-R	R-S	R
D.I. Yogyakarta	R	S	R-S	T	T
Jawa Timur	R	SR	SR-R	S	T

(R = rendah; SR = sangat rendah; S = sedang; T = tinggi).

Sumber: Howeler (2001).

ini menunjukkan pentingnya pemupukan berimbang atau penggunaan pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pemupukan berimbang pada ubikayu adalah 100-200 kg urea + 50 kg SP36 + 100 kg KCl + 1.000-2.000 kg pupuk kandang/ha/musim tanam dan seluruh biomas sisa panen dikembalikan ke tanah setiap musim.

Sebagian besar lahan kering di sentra produksi ubikayu berkadar bahan organik rendah dan status P dan K berkisar dari rendah sampai sangat rendah (Tabel 11). Hal ini perlu dijadikan pertimbangan dalam penggunaan pupuk. Pupuk N nyata pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman sehingga sebagian petani telah terbiasa menggunakannya, sedangkan pupuk P dan K kurang jelas pengaruhnya tetapi diperlukan karena rendahnya ketersediaannya di tanah. Oleh karena itu penggunaan pupuk P, K, dan pupuk organik diperlukan selain pupuk N. Urgensi penggunaan pupuk organik adalah (1) meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik, (2) mengoptimalkan fungsi mikroba tanah, (3) meningkatkan daya pegang partikel tanah terhadap air, (4) mencegah terjadinya antagonis antarkation di tanah, dan (5) meningkatkan kadar N tanah.

Pupuk organik dapat digantikan oleh limbah panen yang telah dirajang dan dikembalikan ke tanah (Tonglum *et al* 2001). Produktivitas 30 t/ha ubi segar/ha dapat dicapai jika seluruh limbah panen dikembalikan ke tanah atau penggunaan pupuk organik 5-10 t/ha setiap musim tanam dan diikuti oleh penggunaan 150-200 kg urea + 100 kg SP36 + 100-150 kg KCl/ha (Tonglum *et al*. 2001, George *et al*. 2001). Efisiensi pemupukan dapat ditingkatkan melalui pengaturan cara dan waktu pemberian, yaitu bersamaan dengan pembuatan guludan untuk pupuk organik dan SP36 + 1/3 takaran urea + 1/3 takaran KCl sebagai pupuk dasar, dan sisanya diberikan pada bulan ke-3 dan ke-4.

Cara Tanam

Ketersediaan nutrisi di dalam stek merupakan faktor penentu daya tumbuh/ stek ubikayu, karena nutrisi merupakan sumber energi bagi pertumbuhan

akar dan tunas pada fase awal pertumbuhan atau sebelum akar dapat berfungsi menyerap air dan hara dari tanah. Ukuran stek dan kondisi bibit yang akan ditanam mempengaruhi laju pertumbuhan tunas dan akar pada fase awal tumbuh. Pertumbuhan ubikayu juga dipengaruhi oleh bagian stek yang tetap segar di atas permukaan tanah maupun di dalam tanah yang berkaitan dengan kelembaban tanah dan posisi stek. Stek yang ditanam dengan posisi vertikal daya tumbuhnya paling tinggi, baik pada musim hujan maupun kemarau, karena bagian stek yang tertanam dalam tanah dan tetap segar lebih panjang dibandingkan dengan stek yang ditanam dengan posisi miring dan mendatar. Pada musim kemarau, kelembaban tanah lebih rendah dibandingkan dengan musim hujan, sehingga dianjurkan menanam dengan kedalaman minimal 15 cm dan stek ditanam dengan posisi vertikal untuk mendapatkan daya tumbuh yang tinggi, terutama untuk penanaman pada musim kemarau (Tabel 12).

Pada fase selanjutnya, laju pertumbuhan ubikayu bergantung pada jumlah hara yang dapat diserap oleh akar tanaman. Jumlah hara yang dibutuhkan tanaman dipengaruhi oleh tingkat hasil yang diharapkan dan diperlukan secara bertahap sesuai dengan fase pertumbuhannya. Efektivitas akar rambut (*fiber roots*) dalam menyerap hara dipengaruhi oleh volume akar di tanah dan penyebaran akar di lapisan olah. Sebaran akar dipengaruhi oleh luas permukaan dan posisi dari bagian stek di lapisan olah. Stek yang ditanam dengan posisi vertikal pada kedalaman sekitar 15 cm memberikan hasil tertinggi, baik pada musim hujan maupun musim kemarau (Tabel 12). Penanaman stek dengan posisi vertikal juga dapat memacu pertumbuhan akar dan menyebar merata di lapisan olah. Stek yang ditanam pada kedalaman 10 cm memiliki daya tumbuh dan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan yang ditanam pada kedalaman 15 cm, baik pada

Tabel 12. Hasil ubikayu menurut cara tanam dan pengolahan tanah yang berbeda.

Cara tanam dan pengolahan tanah	Musim hujan		Musim kemarau	
	Daya tumbuh relatif (%)	Hasil relatif (%)	Daya tumbuh relatif (%)	Hasil relatif (%)
Posisi stek				
· Vertikal	100	100	100	100
· Miring (45°)	100	96	92	92
· Horizontal	92	69	71	58
Kedalaman tanam				
· 10 cm	97	87	75	74
· 15 cm	98	90	98	91
Cara pengolahan tanah				
· Guludan (<i>ridge</i>)	98	93	82	83
· Tanpa guludan	97	84	93	84

Sumber: Tonglum *et al.* (2001). penanaman pada awal MH.

musim kemarau maupun musim hujan. Perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan daya tumbuh dan volume akar pada lapisan olah.

Penanaman stek ubikayu disarankan pada saat tanah dalam kondisi gembur dan lembab atau ketersediaan air pada lapisan olah sekitar 80% dari kapasitas lapang. Tanah dengan kondisi tersebut akan dapat menjamin kelancaran sirkulasi O_2 dan CO_2 serta meningkatkan aktivitas mikroba tanah, sehingga dapat memacu pertumbuhan daun untuk menghasilkan fotosintat secara maksimal dan ditranslokasikan ke dalam ubi secara maksimal pula.

Perbedaan posisi stek di tanah dan bagian stek yang tertanam di lapisan olah dapat mempengaruhi hasil ubikayu karena tingkat kepadatan akarnya rendah, tidak terdistribusi secara merata, seperti stek yang ditanam vertikal pada kedalaman 15 cm. Pertumbuhan akar ubikayu juga dipengaruhi oleh permukaan pangkal stek. Jika pangkal stek dipotong rata atau runcing, pertumbuhan akar lebih merata dibandingkan dengan yang dipotong miring. Panjang stek yang tertanam di tanah berkisar antara 10-15 cm agar hasilnya tinggi. Panjang stek yang diperlukan adalah 20-25 cm.

Waktu Tanam

Hasil optimal dari ubikayu berpeluang dicapai bila tanaman mendapat pengairan bulanan yang ideal, yaitu 100-150 mm, 200-300 mm, dan 150 mm masing-masing pada saat tanaman berumur 0-3 bulan, 4-7 bulan, dan menjelang sampai panen. Di daerah beriklim kering, ketersediaan air yang ideal bagi tanaman dapat dicapai jika penanaman dilakukan pada awal musim hujan. Oleh karena itu, penanaman hanya dapat dilakukan serentak pada awal musim hujan sehingga peluang untuk dapat dipanen harian sepanjang tahun dalam upaya penyediaan bahan baku sesuai kebutuhan industri relatif kecil. Di daerah beriklim basah, ketersediaan air ideal masih dapat dicapai dari penanaman yang dilakukan dari awal sampai akhir musim hujan dan ubikayu yang ditanam sejak awal hingga akhir musim hujan dapat dipanen harian sepanjang tahun.

Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku aneka industri sepanjang tahun diperlukan pewilayahan hamparan pertanian berdasarkan waktu tanam dan umur panen ubikayu. Skenario pewilayahan tersebut adalah dengan pembagian waktu tanam menjadi enam kelompok, yaitu (1) kelompok Oktober, (2) kelompok November, (3) kelompok Desember, (4) kelompok Januari, (5) kelompok Februari, dan (6) kelompok Maret dan kebun penyangga April dan Mei (Gambar 2).

Perbedaan waktu tanam dan umur panen mempengaruhi produktivitas ubikayu sehingga perlu pergiliran kelompok waktu tanam setiap dua tahun

Tabel 13. Hasil ubikayu dengan perlakuan pengendalian erosi.

Perlakuan	Tanah tererosi (t/ha)	Hasil ubi segar (t/ha)
Ubikayu monokultur	31,90	16,75
Ubikayu + jagung	27,54	14,38
Ubikayu + kacang tanah	16,60	20,13
Ubikayu + 2 baris rumput gajah	23,81	18,25
Ubikayu + kacang tanah + 1 baris rumput gajah	13,99	23,38

Sumber: Wargiono *et al.* (1998).

dengan tanaman pangan (kacang tanah, sorgum, jagung, padi gogo) dan tanaman pakan (rumput gajah, akar wangi, lamtoro), dan (4) penanaman tanaman penahan erosi strip kontur.

Selain efektif dan murah, cara pengendalian erosi secara kultur teknis tersebut juga dapat memperbaiki produktivitas tanah dan mudah dipraktekkan. Pengendalian erosi sistem tanam lorong (*hedgerows*) dengan penanaman lamtoro atau gliseridia yang pangkasannya digunakan sebagai mulsa secara kontinu dapat memperbaiki fisik dan kimia tanah serta meningkatkan hasil ubikayu hingga 40% (Wargiono *et al.* 1998). Pengendalian erosi dengan sistem tanam larik menggunakan rumput akar wangi atau rumput gajah dapat menghasilkan pakan, menahan erosi (Tabel 4 dan 13), dan tanah yang tererosi akan terakumulasi dan membentuk teras bangku secara bertahap sehingga dapat menjamin keberlanjutan sistem produksi.

Pengendalian Gulma

Pertumbuhan ubikayu yang lambat selama tiga bulan pertama menyebabkan tanah di antara tanaman tidak tertutup secara sempurna oleh kanopi tanaman. Hal ini menyebabkan tingginya intensitas cahaya matahari di antara tanaman sehingga memacu pertumbuhan gulma. Pada kondisi tersebut tanaman ubikayu tidak mampu berkompetisi dengan gulma, sehingga pertumbuhannya terhambat dan hasilnya dapat menurun hingga 75%. Pengendalian gulma secara manual lebih murah 35% dibandingkan dengan cara kimia dan mempunyai beberapa kelebihan, yaitu (1) memperbaiki struktur tanah, (2) tidak selektif terhadap spesies/kelompok jenis gulma, (3) tidak mencemari lingkungan, dan (4) dapat dilakukan oleh tenaga kerja keluarga.

Pada bulan ke-4 kanopi ubikayu mulai menutup permukaan tanah, sehingga pertumbuhan gulma mulai tertekan karena kecilnya penetrasi sinar matahari di antara tanaman ubikayu. Oleh karena itu, kondisi bebas gulma

Tabel 14. Pengaruh waktu bebas gulma terhadap hasil ubikayu.

Jumlah bulan bebas gulma*	Hasil (t/ha)**	
	Awal MH	Akhir MH
0 bulan (kontrol)	5,83	9,56
2 bulan	24,34	20,98
3 bulan	24,28	22,61
4 bulan	22,59	21,25
Petani	20,23	19,89

*Jumlah bulan sejak tanam, **Rata-rata dari dua tahun

Sumber: Tonglum *et al.* (2001).

atau penyiangan pada bulan ke-4 tidak diperlukan (Tabel 14). Kondisi bebas gulma hanya diperlukan selama tiga bulan pertama (fase awal pertumbuhan) dan menjelang panen. Kondisi bebas gulma pada saat panen dapat menurunkan tingkat kesulitan panen, sehingga kehilangan hasil dapat dicegah. Kondisi bebas gulma juga dapat mempermudah pengolahan tanah dan mengurangi populasi gulma pada musim tanam berikutnya. Dalam usahatani komersial, sebagian besar petani melakukan pengendalian gulma secara kimiawi, 2-3 minggu sebelum panen.

Pengendalian Hama dan Penyakit

Bakteri layu dan hawar daun adalah penyakit utama ubikayu. Varietas Adira-4, Malang-6, UJ-3, dan UJ-5 agak tahan terhadap kedua penyakit tersebut. Hama utama ubikayu adalah tungau merah (*Tetranychus bimaculatus*). Kerusakan tanaman oleh hama ini sering bersifat opsional pada luasan sempit, sehingga kerugian relatif rendah.

Panen

Kriteria utama umur panen ubikayu adalah kadar pati optimal, yaitu pada saat tanaman berumur 7-9 bulan. Bobot ubi meningkat dengan bertambahnya umur tanaman, sedangkan kadar pati cenderung stabil pada saat tanaman telah berumur 7-9 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa umur panen ubikayu fleksibel, tanaman dapat dipanen pada umur 7 bulan atau ditunda sampai berumur lebih dari 12 bulan. Fleksibilitas umur panen memberi peluang bagi keberlanjutan penyediaan ubikayu untuk bahan baku bioetanol.

Penundaan umur panen hanya dapat dilakukan di daerah beriklim basah dan tidak sesuai di daerah beriklim kering karena pertumbuhan

Tabel 15. Hasil ubi segar dan pati ubikayu varietas UJ-5 pada umur panen berbeda.

Umur panen (bulan)	Hasil ubi segar (t/ha)	Hasil pati (t/ha)
8 bulan	16,19	2,31
10 bulan	23,06	4,81
12 bulan	31,31	5,94
14 bulan	37,56	7,38
16 bulan	41,50	8,69
18 bulan	45,25	9,19

Sumber: Tonglum *et al.* (2001).

tanaman pada pertanaman April-Mei akan terhambat dan hasilnya rendah jika terjadi cekaman kekeringan atau curah hujan <25 mm/10 hari selama tiga bulan pertama (Wargiono *et al.* 2001). Untuk menghindari cekaman kekeringan, sebagian besar petani melakukan tanam serentak pada awal musim hujan dan panen juga serentak, sehingga 80% dari produksi ubikayu terkonsentrasi pada musim kemarau (BPS 2004). Kondisi ini tidak sesuai untuk pengembangan industri bioetanol dan nonbioetanol, karena sebaran produksi bulanan tidak merata sepanjang tahun. Langkah antisipasi adalah dengan pewilayahan waktu tanam pada awal musim hujan hingga bulan ke-4 selama musim hujan dan panen bervariasi antara umur 7-12 bulan (Tabel 15).

KELAYAKAN USAHATANI DAN PENGEMBANGAN UBIKAYU

Untuk mendukung pengembangan ubikayu sebagai bahan baku aneka industri perlu dikaji kelayakannya dari berbagai aspek, yang meliputi aspek teknis, finansial, dan ekonomi.

KELAYAKAN TEKNIS

Kelayakan teknis pengembangan ubikayu dapat diukur berdasarkan aspek biofisik, produktivitas, dan fisiko-kimia. Aspek biofisik terdiri atas faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi tanaman, gulma dan hama penyakit, sedangkan faktor abiotik antara lain iklim dan tanah.

Kelayakan sumber daya lahan bagi pengembangan ubikayu tercermin dari luas panen ubikayu yang dewasa ini mencapai 1,21 juta ha yang tersebar di 55 kabupaten sentra produksi di 36 provinsi. Dalam kaitan sumber daya

lahan, masalah aktual yang terjadi di lapangan adalah (1) penurunan luas panen, (2) tingkat kesuburan tanah yang rendah dan peka erosi, dan (3) kepemilikan lahan yang sempit.

Penurunan luas panen ubikayu 0,65% per tahun dalam dasawarsa terakhir akan dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan lahan tidur yang luasnya diperkirakan 5,84 juta ha dan lahan sawah tadah hujan 1,18 juta ha. Lahan sawah tadah hujan dengan indeks pertanaman (IP) padi 100 sudah dimanfaatkan oleh petani untuk usahatani ubikayu secara komersial di daerah dengan permintaan tinggi dan harga memadai. Di beberapa daerah, lahan tidur dan wanatani (peremajaan hutan tanaman industri dan perkebunan) juga telah dimanfaatkan untuk usahatani ubikayu semi komersial dan komersial. Luas lahan tidur berupa padang alang-alang yang potensial untuk pengembangan ubikayu sekitar 1 juta ha yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan sebagian Sulawesi dan Nusa Tenggara (Adimiharja *et al.* 2005).

Tingkat kesuburan lahan yang rendah dapat diatasi dengan penggunaan pupuk organik dan anorganik dengan menerapkan konsep pemupukan berimbang atau rasional (Tabel 13). Penurunan produktivitas lahan yang disebabkan oleh degradasi tanah dapat diatasi melalui pengendalian erosi secara kultur teknis dengan biaya murah (Tabel 14).

Kepemilikan lahan yang sempit sehingga tidak mampu memberikan insentif bagi petani dapat diatasi dengan pengembangan pola tanam tumpangsari. Dengan pola pertanaman ini petani dapat menambah penghasilannya dari hasil tanaman sela berupa jagung, kacang-kacangan, dan padi. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem tumpangsari potensial dikembangkan dengan tingkat kelayakan finansial yang tidak berbeda dengan pola monokultur (Tabel 8).

Produktivitas ubikayu di sentra produksi berkisar antara 11-19 t/ha ubi segar, sementara varietas unggul yang tersedia mampu berproduksi 30-40 t/ha ubi segar (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas ubikayu masih dapat ditingkatkan dengan pengembangan varietas unggul dan penerapan teknologi budi daya.

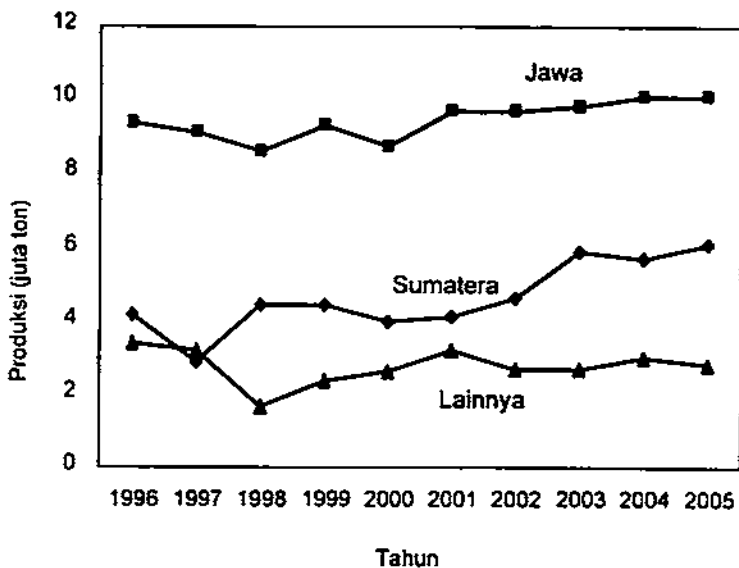
Sebagian besar petani telah mengenal usahatani ubikayu secara turun-temurun. Di beberapa daerah petani mengusahakan komoditas ini untuk bahan pangan dan di daerah lainnya untuk bahan baku industri dan produk ekspor. Permasalahan yang perlu diatasi adalah kurangnya kemampuan petani untuk mengusahakan ubikayu secara komersial karena keterbatasan tenaga kerja dan modal usahatani. Keterbatasan tenaga kerja dapat diatasi dengan cara gotong royong dalam kelompok yang beranggotakan 10-15 petani. Dalam hal ini kegiatan usahatani ubikayu dikerjakan bersama-sama

secara bergilir. Model gotong royong ini telah berjalan di Lampung Utara dan ternyata berhasil mengatasi masalah kekurangan tenaga kerja. Keterbatasan modal dapat diatasi melalui pengembangan model kemitraan antara petani dengan pihak industri yang menyediakan kredit biaya pengolahan tanah dan sarana produksi. Kredit dibayar dengan hasil panen ke pihak industri mitra. Model kemitraan ini juga telah berkembang di beberapa daerah transmigrasi di Lampung.

Berdasarkan aspek produktivitas, secara nasional kelayakan teknis usahatani ubikayu dapat ditingkatkan dengan memperkecil senjang hasil antarprovinsi yang masih cukup lebar (berkisar antara 11-19 t/ha) dengan laju pertumbuhan 2-5% per tahun.

Pada daerah sentra produksi di Jawa, produktivitas ubikayu berkisar antara 13,9-17,6 t/ha dengan laju pertumbuhan 2,7% per tahun dan panen terkonsentrasi pada musim kemarau. Masalah produksi ubikayu yang melimpah pada musim kemarau dapat dipecahkan antara lain melalui pengembangan industri chips dan tepung kasava, dan diversifikasi bentuk bahan baku untuk industri bioetanol, yaitu ubi segar dan tepung.

Di Sumatera yang didominasi oleh lahan suboptimal dan beriklim basah, produktivitas ubikayu bervariasi antara 12,5-18,8 t/ha dengan laju pertumbuhan 2,5% per tahun (Gambar 3). Pengembangan varietas unggul dan teknologi budi daya anjuran mampu meningkatkan produktivitas ubikayu menjadi 15-25 t/ha.



Gambar 3. Sebaran dan pertumbuhan produksi ubikayu regional (BPS 2006-2006).

Berdasarkan aspek fisiko-kimia, pengembangan usahatani ubikayu layak secara teknis dengan tersedianya varietas unggul yang berpotensi hasil dan berkadar pati tinggi, umur panen fleksibel, dan biaya pengolahan produk turunan pati lebih murah dibandingkan dengan pati dari komoditas lain (Richana *et al.* 2003).

Kelayakan Finansial dan Ekonomi

Indikator untuk mengukur kelayakan finansial usahatani ubikayu adalah rasio R/C, B/C, dan BEP. Faktor yang mempengaruhi indikator tersebut adalah biaya produksi, produktivitas, harga ubi segar di tingkat petani, dan keunggulan komparatif. Upaya untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi dihadapkan kepada rendahnya produktivitas sebagian lahan pertanian yang ditandai oleh rendahnya kandungan bahan organik dan hara makro utama (Adimihardja *et al.* 2005).

- Pengembangan sistem usahatani ubikayu-ternak merupakan salah satu cara yang dapat mengatasi masalah tersebut. Sistem usahatani ini menyediakan kotoran ternak (bahan organik) secara *in situ* yang penting artinya untuk meningkatkan produktivitas lahan. Penggunaan bahan organik akan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dan sejalan dengan konsep pemupukan berimbang. Penggunaan bahan organik dan pupuk anorganik secara kontinu dapat menjamin kelestarian usahatani dengan biaya produksi yang relatif murah.

Rendahnya harga ubi di tingkat petani umumnya disebabkan oleh terbatasnya pasar dan infrastruktur di pedesaan. Masalah ini dapat diatasi dengan pembentukan *emerging market* dalam bentuk industri pengolahan hasil skala pedesaan yang berperan sebagai mitra utama petani. Dengan tingkat hasil 20 t/ha dan harga ubi Rp 300/kg di tingkat petani maka usahatani ubikayu memiliki keunggulan komparatif dengan jagung pada tingkat hasil 6 t/ha dan harga hasilnya Rp 1500/kg, serta secara finansial layak dikembangkan berdasarkan B/C rasio berkisar antara 0,94-1,01 (Tabel 16). Hal ini tentu merupakan salah satu jaminan bagi upaya pengembangan usahatani ubikayu mendukung industri pengolahan hasil.

Data survei di beberapa sentra produksi ubikayu di Thailand, India, Cina, Vietnam, Filipina, dan Indonesia menunjukkan biaya produksi untuk mencapai hasil 15-25 t/ha dalam pola tanam monokultur dan tumpang-sari masing-masing adalah 344,4 dolar dan 544,7 dolar AS (Howeler 2001). Di Indonesia, untuk mencapai BEP dalam pola monokultur, harga ubi segar pada tingkat hasil 15 t, 20 t, dan 25 t/ha masing-masing Rp 207, Rp 155, dan Rp 125/kg dengan asumsi biaya produksi tetap.

Tabel 16. Sensitivitas kelayakan finansial pengembangan ubikayu.

Sistem tanam/ tingkat harga (Rp/kg ubi segar)	B/C rasio/tingkat hasil (t/ha)		
	15	20	25
Monokultur			
250	0,21	0,61	1,02
300	0,45	0,94	1,42
350	0,69	1,26	1,82
Tumpangsari			
250	0,55	0,80	1,06
300	0,70	1,01	1,31
350	0,85	1,21	1,57

Sumber: Wargiono (2007).

Kelayakan ekonomi usahatani ubikayu dapat diupayakan melalui peningkatan efisiensi penggunaan sarana produksi, lahan, dan pengembangan varietas unggul berdaya hasil dan berkadar pati tinggi dan berumur genjah. Efisiensi penggunaan pupuk dapat ditingkatkan dengan menerapkan konsep pemupukan berimbang, cara, dan waktu pemberian. Dengan pengelolaan yang tepat, penggunaan bahan organik meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik lebih dari 30% (George *et al.* 2001, Wargiono *et al.* 2001) karena dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah yang berperan penting dalam menciptakan kondisi optimal bagi perkembangan mikroba tanah. Pola tumpangsari meningkatkan kepadatan akar pada lapisan olah sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan hara hingga 30% (Fujita and Budu 1994) dan efisiensi penggunaan lahan (LER) lebih dari 100% (Wargiono *et al.* 2001). Penerapan konsep pemupukan berimbang dan penggunaan varietas unggul mampu meningkatkan produktivitas ubikayu sesuai dengan potensi genetik tanaman.

Pencapaian potensi genetik juga dapat dicapai melalui sistem Mukibat atau Satrawi walaupun biaya produksinya 200% lebih tinggi dibandingkan dengan sistem konvensional. Berdasarkan analisis *loss and gain* bahwa tiap Rp 1 biaya produksi dapat menghasilkan Rp 1,70 (Wargiono 2008), maka usahatani ubikayu dengan sistem Mukibat layak dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allem, A.C. 2002. The origins and taxonomy of cassava. EMBRAPA. DF. Brazil.
- Admihardja, A., S. Sutono, dan N. Sutrisno. 2005. Teknologi pengendalian erosi lahan berlereng, pengelolaan lahan kering menuju pertanian produktif dan ramah lingkungan. Puslitbangtanak. Bogor.

- Anonim. 2004. That hiding fibre: The rise of resistant starch. Food and beverage Asia. Enguany No. 056. William Pang. Singapore.
- BPS. 2004. Luas panen dan produksi ubikayu bulanan di Indoensia. BPS. Jakarta.
- BPS. 2006. Productivitas ubikayu tlap provinsi di Indonesia. BPS. Jakarta.
- BPS. 1993-2003. Neraca bahan makanan penduduk Indonesia. BPS. Jakarta.
- BPS. 1996-2006. Produksi ubikayu tiap provinsi di Indonesia. BPS. Jakarta.
- CGIAR. 2000. Roots and tubercrops in the global food system. CICRTER Report. Lima Peru.
- Ditkabi. 2007. Studi pengembangan ubikayu untuk produk baru pertanian. Ditjentan. Jakarta.
- Ditgizi. 2005. Daftar komposisi bahan makanan. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Fauzan and P. Puspitosari. 2001. Effect of date of planting and rainfall distribution on the yield of five cassava varieties at Lampung. Cassava's potential in Asia in the 21st century: present situation and future research and development needs. Proc. the Sixth Regional Workshop. Vietnam.
- Fujita, K. and K.G.O. Budu. 1994. Significant of legumes in intercropping systems. Roots and Nitrogen in Intercropping Systems of the Semi-arid Tropics. JIRCAS No. 3: 19-40.
- George, J., C.R. Mohankumar, G.M. Nair, and C.S. Ravindran. 2001. Cassava agronomy research and adoption of improved practices in India – major achievement during the past 30 years. Proc. the Sixth Regional Workshop. Ho Chi Minh City. Vietnam. 279-299.
- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2005. Lahan kering untuk pertanian teknologi pengelolaan lahan kering menuju pertanian produktif dan ramah lingkungan. Puslitbangtanak, Bogor. 7-38.
- Howeler, R.H. 2001. Has its benefitted cassava farmer. Cassava's potential in Asia in the 21st century: present situation and future research and development needs. Proc. Regional Workshop. Vietnam.
- Hozyo, Y., M. Megawati, and J. Warglono. 1984. Plant production and the potential productivity of cassava. Contr. CRIFC. Bogor. 73.
- Richana, N., N. Saleh, and J. Warglono. 2003. Recent development in cassava starch and derived products used in food processing in Indonesia. Cassava research and development in Asia: Exploring new opportunities for an ancient crop. Proc. Regional Workshop. Bangkok, Thailand.

- Suparno, B., J.H. Nugroho, and R.H. Howeler. 1990. Effect of soil preparation on cassava yield and erosion. Nat. Sem. on Cassava Pre- and Post-harvest Technologies and Research Development. Lampung.
- Wargiono, J. 2008. Pengembangan usahatani ubikayu model Mukibat industri bioetanol. Pros. Workshop Bisnis Bioetanol Singkong. IPB. Bogor.
- Wargiono, J. 2007. Cassava FPR results at Lampung and Yogyakarta. Sem. of CIAT's cassava FPR results. Brawijaya Univ. Malang.
- Wargiono, A. Hasanuddin, dan Suyanto. 2006. Teknologi produksi ubikayu mendukung industri bioetanol. Puslitbangtan. Bogor.
- Wargiono, J. 2004. Pemupukan NPK dan sistem tanam ubikayu. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. 22.
- Wargiono, J., Y. Widodo, and W.H. Utomo. 2001. Cassava agronomy research and adoption of improved practices in Indonesia – major achievements during the past 30 years. Proc. the Sixth Regional Workshop. Ho Chi Minh City. Vietnam.
- Wargiono, J., E. Tuherkih, Zulhaida, N. Heryani, dan S. Efendi. 1997. Waktu tanam ubikayu dalam pola monokultur dan tumpangsari. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. 15.
- Wargiono, J., B. Guritno, Y. Sugito, and Y. Widodo. 1993. Recent progres in cassava agronomy in Indonesia. Cassava breeding, agronomy research and technology transfer in Asia. Proc. Regional Workshop. India.
- Wargiono, J. 1983. Yield of cassava varieties at different plant spacing. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 3(2): 53-55.