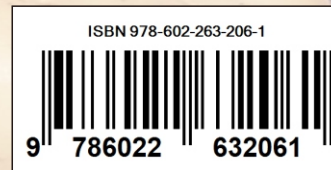


Teknologi Budidaya Kentang di Dataran Tinggi dan Medium

Kentang merupakan komoditas hortikultura yang mendapat prioritas utama dari pemerintah untuk dikembangkan dan dijadikan sebagai komoditi pangan yang strategis. Belakangan ini kentang sudah mulai dikonsumsi sebagai makanan alternatif yang disukai dalam bentuk french fries atau potato chips sebagai makanan ringan. Potensi dan peluang agribisnis kentang sangat menjanjikan keuntungan besar bagi petani jika dikelola secara optimal, dengan umur tanaman ± 3 bulan, jika tingkat produksi 25 ton/ha dengan harga jual umbi konsumsi ditingkat petani Rp.10.000, maka akan diperoleh 250 juta/musim, menjadikan kentang salah satu komoditas paling menjanjikan untuk meningkatkan kesejahteraan Petani. Tingginya potensi tersebut menyebabkan harga kentang relatif stabil dan segmen usaha dapat dipilih sesuai dengan modal, pasar terjamin dan pasti. Selain itu kentang memiliki sifat daya simpan lebih lama daripada sayuran lain seperti bawang merah, kubis, dan buncis. Namun demikian, produktivitas kentang di Indonesia relatif masih rendah, yaitu ± 13 ton/ha, jauh dari potensi produksi yang dapat mencapai ± 40 ton/ha, seperti Amerika Serikat yang mencapai 25 ton/ha, Australia 50 ton/ha, Korea 20 ton/ha dan Jepang 31,7 ton/ha. Di Indonesia pada umumnya kentang dibudidayakan di dataran tinggi, hal ini menjadi perhatian banyak pihak terutama para pemerhati lingkungan dan kelestarian alam. Usaha budidaya kentang di dataran tinggi secara terus-menerus dan tidak terkendali dapat merusak lingkungan, terutama karena dapat terjadi erosi dan menurunkan produktivitas lahan. Oleh karena itu, langkah pengembangan diarahkan ke dataran medium (± 500 m Dpl). Dengan terbitnya buku ini diharapkan dapat dijadikan bahan referensi/bahan bacaan terutama para praktisi yang ingin mengembangkan dan berwirausaha komoditas kentang, baik di dataran tinggi maupun di dataran medium.

de la macca

Jl. Borong Raya No. 75 A Makassar
Telp. 08114124721 - 08114125721
Posel: gunmonoharto@yahoo.com
<https://www.delamacca.id>



Teknologi Budidaya Kentang
di Dataran Tinggi dan Medium

Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P. dkk.

Teknologi Budidaya Kentang di Dataran Tinggi dan Medium

Teori dan Pengalaman Empiris

**Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P.
Dr. Ir. Zulkifli Maulana, M.P.
Dr. Fatmawati, S.TP., M.Pd.
Haris Mahmud, S.T.P., M.Si.**



de la macca

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

Teori dan Pengalaman Empiris

Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P.

Dr. Ir. Zulkifli Maulana, M.P.

Dr. Fatmawati, S.TP., M.Pd.

Haris Mahmud, S.T.P., M.Si.

De La Macca

Makassar

<https://www.delamacca.id>

**TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG
DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM
Teori dan Pengalaman Empiris
@Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P. dkk.**

Penulis

Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P.
Dr. Ir. Zulkifli Maulana, M.P.
Dr. Fatmawati, S.TP., M.Pd.
Haris Mahmud, S.T.P., M.Si.

Desain Sampul

Mono Goenawan, M.Sn.

Layout

Voniasti Uba Ina

Cetakan November 2022

Penerbit

De La Macca (Anggota IKAPI Sulsel No.007/SSL/03)

Jln. Borong Raya No. 75 A Lt. 2 Makassar 90233

Telp. 08114125721-08114124721

Email: gunmonoharto@yahoo.com

<https://www.delamacca.id>

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang.

Dilarang mengutip isi buku ini tanpa izin tertulis dari penulis dan Penerbit.



Sanksi Pelanggaran Hak Cipta

Undang-Undang Republik Indonesia No. 19 Tahun tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 2:

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta dan pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan yang menurut peraturan perundangundangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72:

1. Barang siapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat satu (1) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan / atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah)
2. barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan / atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku ajar ini, yang berjudul "Teknologi Budidaya Kentang di Dataran Tinggi dan Medium".

Sumber utama naskah buku ini berasal dari hasil-hasil kegiatan penelitian Dasar, Terapan, dan Riset Keilmuan yang dibiaya oleh Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) di bawah Kementerian Keuangan Republik dan sumber referensi lainnya ditambah dengan pengalaman penelitian penulis menekuni budidaya kentang serta sitasi referensi dari beberapa publikasi.

Buku ini disusun berdasarkan bahan-bahan yang tergolong mutakhir, karena umumnya berasal dari hasil-hasil penelitian, sehingga isinya diharapkan dapat menambah kelengkapan buku ilmu-ilmu pertanian bagi para mahasiswa dan pengajar sebagai bahan referensi. Selain itu, diharapkan para pembaca akan dengan mudah mengikuti uraian tentang teknik budidaya tanaman kentang dan masalah hama dan penyakit serta pengendaliannya.

Menyadari segala keterbatasan penulis terutama sebagai dosen yang penuh dengan aktivitas Tri Dharma Perguruan Tinggi sehingga tulisan ini masih banyak kekurangan, sehingga diperlukan perbaikan pada terbitan berikutnya. Untuk itu, penulis mohon agar para pengguna buku ini kiranya memberikan saran-saran yang sifatnya konstruktif.

Akhirnya penulis mengharapakan semoga buku ini dapat menjadi referensi yang memadai untuk pengembangan tanaman kentang di Indonesia, demi peningkatan mutu dan daya saing bangsa ke depan.

Makassar, Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II BOTANI TANAMAN KENTANG	6
1. Sistematika	6
2. Susunan/ Morfologi Tanaman Kentang	6
3. Perkembangan Umbi Kentang	9
BAB III ASPEK TEKNIS BUDIDAYA KENTANG	13
1. Penyiapan dan Pengolahan Lahan	13
2. Penyiapan Pupuk	20
3. Penyediaan Benih	21
4. Obat-Obatan	22
5. Jarak Tanam	23
6. Persiapan Benih	24
7. Penanaman	25
8. Pemupukan	27
9. Pemeliharaan	28
10. Pemanenan	32
11. Pasca Panen	34
BAB IV HAMA DAN PENYAKIT KENTANG	
DI DATARAN TINGGI	38
1. Hama dan Penyakit Penting/ Utama pada Kentang	38
2. Penyakit Penting/ Utama pada Kentang	43
BAB V PEDOMAN PERBENIHAN KENTANG	
1. Sistem Perbanyak Benih Kentang	56
2. Perbanyak Benih Kentang Kelas G0 (Benih Penjenis) Di Laboratorium Dan Rumah Kasa	66
3. Perbanyak Benih Kentang Kelas Gi (Benih Dasar-1) Ruang Lingkup	73

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

4. Perbanyak Benih Kentang Kelas G2 (Benih Dasar-2)	78
5. Perbanyak Benih Kentang Kelas G3 (Benih Pokok)	83
6. Perbanyak Benih Kentang Kelas G4 (Benih Sebar)	89
7. Pengendalian Hama Dan Penyakit Utama Benih Kentang	94
8. Prosedur Sertifikasi Benih Kentang	106
BAB VI BEBERAPA HASIL PENELITIAN KENTANG	112
BAB VI PENUTUP	153
DAFTAR PUSTAKA	154

BAB I

PENDAHULUAN

Peran kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Indonesia semakin meningkat, baik sebagai produk segar maupun produk olahan. Sementara, kebutuhan benih kentang nasional masih sangat tergantung pada impor, ketersediaan baru mencapai sekitar 5,97% dari kebutuhan 121.753,5 ton/tahun dengan nilai \pm Rp 1,2 trilyun (DPSP, 2009). Lemahnya sistem perbenihan kentang nasional, tingginya serangan hama dan penyakit akibat Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) serta rendahnya penguasaan teknologi produksi merupakan faktor utama rendahnya produksi kentang nasional (Baharuddin, 2015).

Produktivitas kentang di Indonesia relatif masih rendah, yaitu 13 ton/ ha, jauh dari potensi produksi yang dapat mencapai 40 ton/ ha (DJBPH, 2009). Hasil yang dicapai tersebut masih sangat rendah bila dibandingkan dengan negara-negara produsen kentang yang menerapkan prinsip-prinsip bioteknologi dalam menghasilkan benih ber-mutu tinggi dari varietas unggul seperti Amerika Serikat yang mencapai 25 ton/ ha, Australia 50 ton/ ha, Korea 20 ton/ha dan Jepang 31,7 ton/ha (Baharuddin, 2016; Muhibuddin, 2018).

Ketersediaan benih kentang jauh dari memadai, hanya \pm 10% dari kebutuhan nasional 120.000 ton/ ha (termasuk impor), sehingga berdampak pada produktivitas yang hanya 12 ton/ ha dari potensi 40 ton/ha (Baharuddin, et al., 2015). Untuk mengakselerasi peningkatan produksi kentang nasional diperlukan inovasi teknologi produksi, sehingga impor benih kentang dapat dikurangi secara bertahap. Oleh sebab itu, produksi kentang perlu ditingkatkan secara kuantitas maupun kualitas. Ketersediaan benih kentang bersertifikat nasional saat ini baru mencapai 6% dari kebutuhan total 128,6 ribu ton benih per tahun, sementara biaya pengadaan benih \pm 40-50% dari total biaya produksi (Jannah, 2016).

Bila hanya mengandalkan sistem perbenihan kentang sekarang yang umumnya dikembangkan dengan metode konvensional, maka kebutuhan yang harus dipenuhi masih sekitar 94%, berarti swasembada benih masih cukup lama. Oleh karena itu, percepatan peningkatan produksi benih kentang nasional mutlak diperlukan sehingga impor benih dapat dikurangi secara bertahap. Sebenarnya produksi kentang di Indonesia termasuk tinggi di Asia Tenggara, namun luas panen, hasil produksi, dan produktifitas kentang berfluktuasi. Produksi kentang Indonesia 1.003.732 ton pada tahun 2007 dengan produktifitas 16,09 ton/ ha dengan luas panen 62.375 ha (BI, 2011), dibandingkan dengan produktifitas kentang di Eropa yang rata-rata mencapai 25,5 ton/ ha, produktifitas kentang di Indonesia masih cukup rendah. Rendahnya hasil tersebut terkait dengan pemakaian benih yang rendah mutunya, teknik budidaya belum sesuai standar, penanganan pasca panen yang kurang baik, serta iklim dan cuaca ekstrim yang mengalami perubahan dari waktu ke waktu.

Kentang merupakan salah satu alternatif makanan pokok yang mendapat prioritas dari pemerintah untuk dikembangkan, karena bernilai ekonomi tinggi dan dapat dibuat beraneka jenis makanan. Selain itu, umbi kentang lebih tahan simpan dibandingkan dengan sayuran lainnya dan bermanfaat sebagai *food* terapi bagi penderita diabetes (Wattimena, 2005). Kentang memiliki manfaat yang sama dengan jenis-jenis sayuran lainnya serta kandungan gizinya, sebagian sumber utama karbohidrat yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan energi dalam tubuh. Selain untuk konsumsi, kentang dapat di jadikan bahan baku untuk industri olahan makanan (Samadi, 2007; BI, 2011).

Berdasarkan kandungan gizinya, kentang merupakan sumber utama karbohidrat menjadikan kentang sebagai makanan pokok di banyak negara-negara barat. Zat-zat gizi yang terkandung dalam 100 gram bahan adalah kalori 347 kal, protein 0,3 gram, lemak 0,1 gram, karbohidrat 85,6 gram, kalsium (Ca) 20 gram, fosfor (P) 30 mg, besi (Fe) 0,5 mg dan vitamin B 0,04 mg (BI, 2011). Menurut Muhibuddin (2013), kentang mengandung air ($\pm 79\%$), karbohidrat ($\pm 19\%$), protein ($\pm 2\%$),

dan lemak ($\pm 0,1\%$), serta, vitamin dan mineral, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber bahan pangan yang dapat mensubstitusi bahan pangan lain, seperti beras, jagung dan gandum, sehingga kentang mendapat prioritas dari pemerintah, dapat dibuat berbagai jenis makanan, baik sebagai produk segar maupun produk olahan. Sementara, kebutuhan benih kentang nasional masih sangat tergantung pada impor.

Pengembangan budidaya kentang selama ini tersebar di dataran tinggi (> 1000 m Dpl) untuk memproduksi benih generasi G1 (penjenis), G2 (dasar), G3 (pokok) dan G4 (sebar). Alasan pengembangan budidaya kentang di dataran tinggi adalah kentang berproduksi tinggi jika ditanam pada suhu lingkungan dengan suhu rendah atau sekitar $17-20^{\circ}\text{C}$ (Muhibuddin et al., 2018), suhu optimum untuk pembentukan umbi $\pm 18^{\circ}\text{C}$ (Acquaah, 2007; Hancock et al., 2014).

Kentang termasuk jenis tanaman sayuran semusim, berumur pendek dan berbentuk perdu/ semak serta hanya satu kali produksi, setelah itu mati. Umur tanaman kentang antara 90-180 hari. Dari tanaman ini dikenal pula spesies-spesies lain yang merupakan spesies liar, termasuk di antaranya adalah *Solanum andigenum* L, *Solanum anglegenum* L, *Solanum demissum* L dan lain-lain. Beberapa varietas kentang yang banyak ditanam di Indonesia adalah kentang kuning varietas Granola, Atlantik, Cipanas dan Segunung.

Di Indonesia pada umumnya kentang di budidayakan di dataran tinggi, hal ini menjadi perhatian banyak pihak terutama pada pemerhati lingkungan dan kelestarian alam. Usaha budidaya kentang di dataran tinggi secara terus menerus dan tidak terkendali dapat merusak lingkungan, tanpa diimbangi dengan pengelolaan lahan secara bijaksana (mengikuti kaidah ekologis) dapat merusak lingkungan, terutama menyebabkan terjadinya erosi dan menurunkan produktivitas tanah. Langkah perluasan penanaman kentang di dataran medium merupakan salah satu langkah alternatif yang dapat diupayakan, khususnya di lahan sawah tadah hujan untuk membantu peningkatan pendapatan petani di daerah tersebut (subhan dan Asandhi, 1998; BI, 2011).

Potensi pengembangan lahan di Indonesia guna meningkatkan produksi kentang masih sangat luas, yaitu 11.331.700 ha yang berada pada ketinggian lebih 700 m Dpl, yang umumnya terdapat di luar pulau Jawa, seperti Provinsi Aceh, Sumbar, Sumut, Jambi, Bengkulu, Sulawesi Utara, Papua, dan Sulawesi Selatan (Wattimena, 2005).

Sulawesi Selatan adalah salah satu sentra pengembangan kentang di Kawasan Timur Indonesia yang tersebar di dataran tinggi meliputi Kabupaten Gowa, Bantaeng, Enrekang, Tator, Jeneponto, Luwu Utara, dan Sinjai dengan potensi sekitar 11.405 ha (DJPBH, 2015), telah dimanfaatkan 2.541 ha (22,38%) dengan produktivitas masih rendah (8,87 ton/ha), sehingga masih ada peluang 8.864 ha (77,72%) (BPS, 2016). Guna memanfaatkan potensi tersebut, peran benih bermutu penting dalam kapasitas sebagai penentu produktivitas. Sekarang ini sentra budidaya kentang berkembang di dataran tinggi (1000 m Dpl) di berbagai wilayah Indonesia, selain Sulawesi Selatan seperti dataran tinggi Pangalengan (Jawa Barat), Dieng (Jawa Tengah), Curup (Bengkulu), Kerinci (Jambi) (Muhibuddin *et al.*, 2014). Hal ini disebabkan kentang berproduksi tinggi jika ditanam pada lingkungan dengan suhu rendah, sekitar 17-20 °C (Stark dan Love, 2003) dan suhu optimum pembentukan umbi 18 °C (Acquaah, 2007). Ketinggian lokasi yang cocok untuk budidaya kentang berada pada ketinggian 1000-2000 meter di atas permukaan laut dengan suhu 14-22 °C. Curah hujan yang baik selama periode pertumbuhan tanaman kentang adalah 1000-1500 mm.

Produktivitas kentang di Indonesia relatif masih rendah, yaitu 13 ton/ha, jauh dari potensi produksi yang dapat mencapai sekitar 40 ton/ha (DJBPH, 2016). Hasil yang dicapai tersebut masih sangat rendah bila dibandingkan dengan negara-negara produsen kentang yang menerapkan prinsip-prinsip bioteknologi dalam menghasilkan benih bermutu tinggi dari varietas unggul seperti di Amerika Serikat yang mencapai 25 ton/ ha, Australia 50 ton/ ha, Korea 20 ton/ ha dan Jepang 31,7 ton/ ha (Hartus, 2004). Bila hanya mengandalkan sistem perbenihan kentang sekarang yang umumnya dikembangkan dengan metode konvensional, maka kebutuhan yang harus dipenuhi masih sekitar 94%,

berarti swasembada benih masih waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, percepatan peningkatan produksi benih kentang nasional mutlak diperlukan sehingga impor benih dapat dikurangi secara bertahap.

Pola yang dapat dikembangkan untuk mempercepat swasembada benih kentang adalah perbanyak dengan metode kultur jaringan dengan sistem deteksi dini patogen, ELISA dan PCR serta perbanyak cepat dari stek ke stek, dan dilanjutkan dengan pengembangan teknologi aeroponik. Keunggulan sistem aeroponik diantaranya, produksi lebih tinggi, kemurnian varietas lebih terjamin, tidak mencemari lingkungan, pemakaian hara dan air lebih hemat, tanaman yang mati mudah diganti dengan tanaman baru, hasil lebih kontinyu dibandingkan dengan penanaman secara konvensional, kadar oksigen dalam larutan hara lebih banyak, serta tidak bergantung pada kondisi alam atau musim (Mueller *et al.*, 2002; Park, 2005; Muhibuddin, 2014).

Peningkatan kualitas kentang sudah banyak dilakukan, termasuk penggunaan varietas-varietas yang resisten terhadap OPT. Namun OPT pada tanaman kentang sangat beragam, meliputi 266 OPT pada kentang dan hasil panennya, diantaranya 24 jenis virus, 7 jenis bakteri, 38 jenis cendawan, 68 nematoda dan 128 serangga (Mendoza, 1987). Penyakit tidak hanya berasal dari lahan penanaman, namun banyak diantaranya terbawa melalui benih utamanya beberapa jenis virus, seperti PRLV, PVY, PVX, PVS yang dapat terbawa benih dan menurunkan hasil hingga 90% (Baharuddin, 2006; Muhibuddin dan Ansar, 2007).

BAB II

BOTANI TANAMAN KENTANG

1. Sistematika

Secara taksonomi tanaman kentang dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Soelarso, 1997):

Kingdom	: Plantae,
Divisio	: Spermatophyta,
Kelas	: Dicotyledonae,
Ordo	: Tubiflorae,
Famili	: Solanaceae,
Genus	: Solanum,
Species	: <i>Solanum tuberosum</i> L.

2. Susunan/ Morfologi Tanaman Kentang

Akar

Tanaman kentang sistem perakarannya akar tunggang dan serabut. Akar tunggang dapat menembus tanah hingga kedalaman 45 cm dan akar serabut tumbuh menyebar ke samping. Tanaman kentang yang bersaal dari umbi tidak terdapat akar utama tetapi hanya akar halus atau akar serabut saja yang panjangnya dapat mencapai 60cm. Dalam tanah, akar akar banyak terdapat dalam kedalaman 20 cm (Bambang, 1997; Muhibuddin *et al.*, 2016).

Batang

Tanaman kentang memiliki batang yang berongga dan tidak berkayu, akan tetapi pada tanaman yang sudah tua pada bagian bawah batang dapat berkayu. Batang tanaman kentang berwarna hijau polos berada di atas permukaan tanah, hijau kemerahan, keunguan.

Pada batang yang bersayap, sayapnya dapat lebar ($> 0,5\text{cm}$) atau sempit ($<0,5\text{cm}$) dan tepi sayap yang dapat lurus atau bergelombang (Bambang, 1997). Secara umum batang tanaman kentang bersudut dan bersayap. Sayap pada batang tanaman kentang memiliki bentuk yang berbeda-beda tergantung pada kultivarnya, yaitu ada yang tampak jelas dan ada juga yang tergantung pada kultivarnya, pada batang terdapat sayap berbeda-beda, yaitu yang tampak jelas dan ada yang kurang jelas.

Pada batang yang jelas bersayap memiliki sayap yang sempit atau lebar dengan tepi lurus atau bergelombang dan dengan sayap berjumlah satu atau lebih. Tanaman kentang berbentuk semak panjang batang 50-120 cm (Bambang, 1997), dengan beberapa tipe pertumbuhan, diantaranya sebagai berikut:

1. Tegak: dari permukaan tanah membentuk sudut > 45 derajat
2. Menyebar: dari permukaan tanah membentuk sudut antara 30 hingga 45 derajat
3. Menjalar: tipe ini terjadi pada tanaman non komersial atau tanaman yang tidak dibudidayakan, kecuali pada tanaman kentang yang sudah tua.

Daun

Tanaman kentang memiliki daun majemuk yang terdiri dari tangkai daun atau rachis, anak daun primer atau *pinnae*, dan anak daun sekunder atau *folioles* yang tumbuh diantara anak daun primer pada tangkai daun utama. Secara umum daun majemuk tanaman kentang memiliki tangkai daun yang terdapat tunas ketiak dan dapat berkembang menjadi cabang tanaman kentang sekunder dengan percabangan simpodial.

Bunga

Bunga pada tanaman kentang mempunyai bidang simetris atau zigomorf, dengan mahkota bunga atau corolla berwarna putih, merah jambu, maupun ungu, serta berjenis kelamin dua (bunga sempurna

atau hermaphroditus). Daun mahkota atau *corolla*, daun kelopak atau *calyx*, dan benang sari masing-masing diantaranya berjumlah lima buah dengan satu bunga putik atau pistilus. Mahkota berbentuk seperti terompet dengan bagian ujung terlihat seperti bintang. Benang sari yang berjumlah lima buah yang berwarna kuning melingkari bagian tangkai putiknya.

Buah dan Biji

Bakal buah membesar dan mulai berkembang menjadi buah kentang setelah penyerbukan selama satu minggu. Buah tanaman kentang mengandung bakal biji berjumlah 500 dan yang dapat berkembang menjadi biji hanya berkisar antara 10 biji hingga 300 biji (<https://agroteknologi.id/-klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-kentang/> 14 September 2018).

Stolon dan Umbi Kentang

Buku buku (internode) yang memanjang dan melengkung pada bagian ujung disebut stolon. Ujung stolon membengkak sebagai tempat berkumpulnya cadangan makanan yang disebut umbi kentang. Stolon tumbuh secara horizontal sepanjang 12,5-30 cm, menebal bagian ujungnya untuk membentuk umbi. Periode inisiasi pembentukan umbi terjadi pada 5-7 minggu setelah tanam.

Secara morfologi, umbi kentang adalah modifikasi dari batang dan merupakan organ penyimpan makanan utama bagi tanaman. Sebuah umbi mempunyai dua ujung, yaitu heel yang berhubungan dengan stolon dan ujung lawannya disebut apical/distal/rose. Mata umbi kentang sebenarnya adalah buku dari batang, jumlah mata umbi 2-14 tergantung besaran umbi. Bentuk umbi kentang ditentukan dengan meletakkan umbi pada permukaan bawahnya, tunas umbi dapat digunakan untuk identifikasi varietas, yaitu dalam hal waktu, kecepatan tumbuh, dan warna tunasnya. Waktu tumbuh tunas berkisar antara 3-6 bulan tergantung varietasnya (Bambang, 1997).

3. Perkembangan Umbi Kentang

Pengetahuan akan fase pertumbuhan tanaman bermanfaat untuk memudahkan dalam manajemen tanaman. Setiap fase pertumbuhan, tanaman membutuhkan input yang berbeda-beda. Begitu pun dengan tanaman kentang. Pengetahuan akan fase pertumbuhan tanaman kentang akan memudahkan dalam melakukan teknis budidaya tanaman kentang sehingga didapatkan pertumbuhan dan hasil yang optimal dari budidaya tanaman kentang (<https://www.anakagro-nomy.com/2014/12/>)

Pertumbuhan tanaman kentang dapat dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase pertumbuhan tunas, fase pertumbuhan brangkasan, dan fase pertumbuhan umbi. Pada fase pertumbuhan tunas, tunas dapat tumbuh baik di ruang penyimpanan ataupun di lapangan, dengan atau tanpa cahaya matahari. Setelah umbi mengakhiri masa dormansi, tunas akan segera tumbuh. Laju pertumbuhan tunas bergantung pada suhu dan kelembaban. Suhu tinggi akan memacu pertumbuhan tunas dan jika kondisi tanah kering, umbi akan kehilangan bobot sehingga tunas tumbuh lebih lambat. Umbi yang digunakan sebagai bibit adalah umbi yang sudah memiliki tunas sepanjang 1 cm. Tunas apikal yang sudah setinggi 3 cm dibuang untuk menghilangkan dominansi apikal dan memacu munculnya tunas lateral agar pertumbuhan lebih seragam (<https://www.anakagronomy.com/2014>)

Fase pertumbuhan brangkasan (*haulm growth*) dimulai sejak daun pertama terbuka di atas permukaan tanah sampai tercapai bobot kering maksimum. Sejak daun pertama terbuka, kegiatan fotosintesis dimulai sehingga peran umbi induk sebagai pemasok karbohidrat dalam pertumbuhan tanaman sedikit demi sedikit berkurang dan akhirnya tidak berfungsi sama sekali.

Pada fase pertumbuhan umbi (*tuber growth*) terjadi persaingan yang kuat antara umbi dengan bagian atas tanaman (*shoot*) yang sama-sama tumbuh dan sama-sama berperan sebagai penerima (*sink*). Persaingan itu berhenti setelah pertumbuhan brangkasan mencapai

maksimum dan hanya umbi yang berfungsi sebagai penerima, sedangkan brangkasan berubah menjadi sumber.

Menurut Beukema dan van der Zaag (1979), secara keseluruhan dikenal dua tipe fase pertumbuhan vegetatif dan fase pertumbuhan generatif tanaman kentang, yaitu (1) tipe daur pendek, yang dicirikan dengan bobot brangkasan rendah, inisiasi umbi lebih awal, umur relatif pendek sehingga panen lebih cepat, dan menghasilkan umbi yang lebih rendah daripada tipe daur panjang, (2) tipe daur panjang, yang dicirikan dengan bobot brangkasan besar, inisiasi umbi terlambat, umur lebih panjang sehingga mampu menghasilkan umbi kentang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe daur pendek. (<https://www.anakagronomy.com/2014>)

Menurut Kleinkops, Westerman dan Dwelle (1981), perkembangan tanaman kentang dibagi dalam empat stadia yaitu: stadia vegetatif, stadia pembentukan umbi, stadia pertumbuhan umbi, dan stadia pemasakan umbi.

Stadia Vegetatif. Daun pertama tanaman kentang, baik yang berasal dari biji maupun dari umbi, berupa daun tunggal dan selanjutnya membentuk daun majemuk (Sunarjono, 1985). Edmond et al. (1985) membagi dua tipe batang tanaman kentang, yaitu batang di atas dan di bawah permukaan tanah. Batang di atas permukaan tanah bentuknya bersegi (anguler), berwarna hijau atau ungu kehijauan (bergantung varietas), tidak berkayu, dan membentuk struktur yang disebut sayap. Batang di bawah permukaan tanah dapat berkayu dan jika sudah tua membentuk stolon yang panjangnya ber-beda-beda, bergantung varietas. Cabang-cabang akar pendek, banyak dan dapat bercabang lagi sehingga menghasilkan daerah absorpsi yang luas dan efisien untuk air dan hara (Smith, 1976). Lamanya stadia pertumbuhan vegetatif dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu: suhu, panjang hari, intensitas cahaya, pemupukan nitrogen, kelembaban tanah, dan faktor keseimbangan hormon tumbuh endogen maupun eksogen, serta faktor genetik atau varietas tanaman (Cutter, 1987).

Stadia Pembentukan Umbi. Selama pertumbuhan tanaman kentang, terbentuk beberapa tunas lateral yang muncul dari bagian dan berkembang dalam tanah, pertumbuhannya secara horizontal dan tumbuh di awal pertumbuhan tanaman, yaitu 7-10 hari setelah tanaman muncul di atas permukaan tanah. Bagian ini disebut stolon dan panjang stolon bervariasi dari 2,5-45 cm, bergantung varietasnya (Smith, 1976; Vanes dan Hartmans, 1981). Umbi kentang terbentuk pada ujung stolon, diawali dengan penebalan ruas pertama di belakang kuncup apikal stolon. Pembesaran ukuran umbi merupakan hasil pembelahan dan pembesaran sel, meskipun pembelahan sel lebih berperan dalam peningkatan ukuran umbi dari pada pembesaran sel (Smith, 1976; Cutter 1976).

Stadia Pertumbuhan Umbi. Proses pertumbuhan umbi merupakan kelanjutan dari stadia pembentukan umbi. Menurut (Permadi dkk., 1985), proses tersebut berhubungan dengan aktifitas pertumbuhan tanaman di atas permukaan tanah, tanaman mulai aktif berfotosintesis dan asimilat mulai ditransfer ke bagian bawah tanaman sebagai bahan cadangan. Dalam hal ini keseimbangan antara sumber (source) dan lumbung (sink) sangat menentukan banyaknya umbi yang terbentuk dan pertumbuhan umbi. Pertumbuhan umbi sangat cepat terjadi antara minggu ke-4 sampai ke-8 setelah tanam. Pada minggu ke 11 pertumbuhan umbi mulai lambat dan akhirnya tidak berkembang lagi (Permadi dkk., 1985).

Stadia Pemasakan Umbi. Proses perkembangan umbi yang terakhir yaitu saat umbi telah mencapai ukuran maksimum. Secara morfologi ditandai dengan seluruh daun telah menguning, umbi terputus dari stolon pada saat mengering disertai dengan matinya tanaman. Menurut Vanes dan Hartmans (1981), secara fisiologis pemasakan umbi ditandai dengan ukuran umbi dan kandungan pati telah mencapai 97%. Pembentukan bagian atas tanaman dan proses fotosintesis telah menurun atau mulai terhenti. Selanjutnya Vanes dan Hartmans (1981), menyatakan bahwa pemasakan umbi ditandai dengan turunnya kandungan gula pereduksi pada akhir pembungaan. Hal ini

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

berlanjut hingga tanaman layu, kandungan gula reduksi minimum, sementara kandungan pati berada dalam keadaan maksimum. Pada saat pematangan umbi, 75 – 85% produksi bahan kering tanaman terakumulasi pada umbi (Cutter, 1987).

BAB III

ASPEK TEKNIS BUDIDAYA KENTANG

1. Penyiapan dan Pengolahan Lahan

Pengolahan lahan, yaitu proses di penggemburan tanah dengan menggunakan alat pengolahan tanah, berupa tangkai kemudi ataupun penggaru yang ditarik traktor bajak, binatang maupun manusia. Melalui proses ini, kerak tanah teraduk, sehingga udara dan cahaya matahari menembus tanah dan meningkatkan kesuburannya. Sekali-pun demikian, tanah yang sering digarap sering menyebabkan kesuburannya berkurang. Telah diketahui bahwa pengolahan tanah dapat merubah dan/ atau memperbaiki struktur tanah serta mengendalikan gulma. Perbaikan struktur tanah dengan pengolahan tanah diduga dapat berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman kentang, meskipun pendapat tersebut sulit dibuktikan karena hanya melihat aspek fisik tanahnya saja, yang pasti bahwa mengendalikan gulma akan memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman.

Setelah pengolahan tanah terlebih dahulu didiamkan selama 2-3 hari, kemudian tanah digaru sedalam 5 cm dan dibiarkan selama satu minggu sebelum ditanami kentang dengan memerhatikan kondisi kelembapan tanah. Mengingat kentang merupakan tanaman yang sensitif. Jadi, tidak bisa hidup di tanah yang terlalu kering dan terlalu basah. Caranya, dengan membangun sistem irigasi yang baik. Keuntungan pengolahan tanah secara mekanis (<https://hayatal-falah.blogspot.com/2017/04>): **Keuntungan Teknis.** Pekerjaan pengolahan tanah memerlukan tenaga yang sangat besar, sehingga dibutuhkan banyak tenaga kerja. Dengan tenaga yang besar, yang dimiliki per alat mekanis, pekerjaan yang berat akan dengan mudah dikerjakan. Hasil pengolahan tanah secara mekanis dapat lebih dalam.

Keuntungan Ekonomis. Berdasarkan hasil penelitian (di Pulau Jawa), biaya pengolahan tanah per hektar dengan traktor akan

lebih murah dibandingkan dengan menggunakan tenaga manusia maupun hewan. Penurunan biaya pengolahan tanah ini tentunya akan meningkatkan keuntungan para petani.

Keuntungan Waktu. Dengan tenaga yang cukup besar, tentunya pengolahan tanah yang dilakukan secara mekanis akan lebih cepat. Dengan cepatnya waktu pengolahan tanah, akan mempercepat pula proses budidaya secara keseluruhan. Untuk beberapa tanaman yang berumur pendek, sisa waktu yang tersedia ini dapat digunakan untuk melakukan budidaya lagi

Secara umum lahan yang digunakan bukan bekas tanaman sejenis atau sefamili, hal ini memungkinkan hingga 3 musim tanam. Lahan terbuka, tidak ternaungi sehingga matahari dapat langsung menyinari tanaman. Lokasi lahan diusahakan dekat dengan mata air untuk memenuhi ketersediaan air irigasi (Anonim, 2011). Daerah dengan curah hujan rata-rata 1.500 mm/tahun sangat sesuai untuk membudidayakan kentang. Daerah yang sering mengalami angin kencang tidak cocok untuk budidaya kentang. Selain itu, lama penyinaran yang diperlukan tanaman kentang untuk kegiatan fotosintesis adalah 9-10 jam/ hari. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap waktu dan masa perkembangan umbi.

Sentra produksi kentang umumnya pada ketinggian 1.200-1.700 meter Dpl, suhu udara berkisar antara 11°-27° (dengan curah hujan 2.555 mm/ tahun. Lahan penanaman dengan kemiringan 8°-45°. Tipe tanah yang digunakan untuk kegiatan budidaya tanaman adalah tanah Andosol coklat kehitaman. Menurut Hartus (2001), tanah tipe Andosol mengandung bahan organik yang sangat tinggi sehingga tanah ini sangat subur, tekstur lempung berpasir dengan perbandingan fraksi pasir, debu, dan liat sebesar 3:1:2. Tanah yang bertekstur lempung berpasir memiliki struktur remah atau tidak pejal dikarenakan adanya kandungan pasir dan debu pada tanah. Tanah tipe andosol tersebut memiliki pH 5,0-6,5.

Untuk menghasilkan kentang berkualitas dengan produktivitas yang optimal diperlukan upaya produksi sesuai dengan norma budi

daya yang baik dan benar. Oleh sebab itu, pelaksanaan Prosedur Operasional Standar (POS) harus konsisten dan terdokumentasi dengan baik oleh setiap pelaku usaha. Pelaksanaan POS dengan baik dapat menghasilkan produktivitas lebih dari 20 ton/ hektar (tergantung varietas kentang), dengan tingkat kehilangan hasil lebih kecil 10% dan kualitas umbi sesuai standar pasar yang mencapai 90%. Untuk dapat melaksanakan POS tersebut diperlukan fasilitas dan peralatan produksi yang sesuai aktivitasnya.

Untuk dataran medium kesesuaian lahan dapat mengacu pada kesesuaian lahan untuk ubi jalar, terutama tekstur tanah yang gembur dan solum dalam mirip kentang. Umumnya tanaman kentang dapat tumbuh baik pada tanah yang mempunyai struktur cukup halus atau gembur, drainase baik, tanpa lapisan kedap air, debu atau debu berpasir dan sedikit kering dengan pH 5,0-6,5 (Soelarso, 1997).

Lapisan keras akan menyebabkan genangan air dan perakaran kentang tidak dapat menembus lapisan kedap air. Tanaman kentang lebih sesuai di tanah-tanah Vulkanis atau Andosol yang gembur dan banyak mengandung humus atau tanah subur. Tanah lempung berpasir dan subur, akan menghasilkan rasa umbi kentang lebih enak dan kandungan karbohidratnya lebih tinggi (Soelarso, 1997). Pada tanah-tanah alkalis atau basa/ pH tinggi, kentang sering mengalami gejala kekurangan kalium. Pada tanah yang gembur, kualitas umbi kentang lebih baik, kulit umbi mengkilap dan bentuk umbi baik. Pada tanah liat yang berat, umbi kentang cenderung berlemak dan aromanya berkurang (Soelarso, 1997).

Umunya dataran medium mempunyai suhu udara dan suhu tanah yang tinggi, sehingga sangat menguntungkan bagi perkembangan penyakit bakteri layu. Berdasarkan kemungkinan risiko beragam penyakit bakteri layu tersebut, maka hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lahan untuk usaha tani kentang di dataran medium adalah sebagai berikut (Rukmana, 2002):

- a. Lahan harus bebas dari penyakit bakteri layu.
- b. Lahan bukan bekas tanaman yang satu family dengan kentang, misalnya tomat, cabai, terung, dan tembakau.
- c. Lahan terbaik untuk tanaman kentang adalah lahan sawah yang sebelumnya ditanami padi atau tebu.

Pemilihan lokasi pengembangan usaha budidaya kentang sangat tergantung padakesesuaian lokasi terhadap persyaratan tumbuh tanaman kentang. Terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi, yaitu:

- a. Lahan yang digunakan bukan bekas tanaman sejenis atau sefamili sehingga memungkinkan 3musim tanam, terbuka (tidak ternaungi) sehingga matahari dapat langsung menyinari tanaman serta dekat dengan mata air;
- b. Lahan memiliki ketinggian tempat tumbuh >1.000m Dpl, kemiringan lahan anjuran 5-20°, suhu berkisar antara 15-20° dengan curah hujan berkisar 1.500-5.000 mm/ tahun; serta
- c. Lahan bukan sumber penyakit tular tanahterutama Nematoda Sista Kentang (NSK) (BI, 2011)

Penyiapan lahan diawali dengan pembersihan lahan dari batu-batuan, gulma, dan semak belukar yang dapat menghalangi pertumbuhan tanaman muda. Kotoran dan sisa-sisa bahan yang telah dibersihkan ditampung pada tempat yang aman atau dapat dikubur dalam tanah. Selain itu, dibuang tanaman atau bagian tanamanlain yang dapat menjadi sumber penyakit (BI, 2011)

Lahan yang sudah bersih dicangkul atau dibajak sedalam 30 cm sampai gembur, kemudian dibiarkan selama 15 hari untuk memperbaiki tata udara dan aerasi tanah serta menghilangkan gas-gas beracun dan panas hasil dekomposisi sisa-sisa tanaman. Tanah dicangkul kembali sampai benar-benar gembur, kemudian diratakan. Garitan dibuat dengan kedalaman $\pm 7-10$ cm dengan jarak antar garitan 70-80 cm. Pada areal lahan yang miring, garitan dibuat melintang dengan arah

kemiringan lahan. Bila lahan berupa lahan lereng/ trap maka harus ada perlakuan lain, seperti penanaman pohon penguat pematang (Bl, 2011).

Menanam secara benar menjamin proses awal pertumbuhan yang cepat dan keseragaman tanaman, keduanya juga dipengaruhi oleh kondisi umbi bibit dan tanah. Kondisi tanah ditentukan oleh struktur tanah, kelembaban, dan suhu. Menurut Puslit Tanah dan Agroklimat, 1994 termasuk Komplek seri tanah Girikerto dan Tritis, familitanah masing-masing *Typic Hapludands*, berabu vulkanik, dan *Typic Hapludands*, skeletal, berabu vulkanik, Mineral campuran, isohipertermik, lereng 8-15%, bentuk bergelombang, *land from* dataran volkan, bahan volkandan drainase baik, pada ketinggian 700 m Dpl (BTPPY, 2014).

Potensi lahan dataran medium amat memungkinkan walaupun harus bersaing dengan tanaman lain misalkan bawang merah, ubi jalar, jagung dan padi, tetapi dengan luasan 65.000 ha setiap tahun yang dibutuhkan untuk kentang tidaklah sulit apalagi di luar Jawa. Harga kentang yang lebih menguntungkan dibanding tanaman lain akan memberi motivasi bagi petani untuk mengembangkannya, apalagi ketersediaan tenaga kerja yang lebih mudah dan murah dibanding di dataran tinggi.

Lahan untuk budi daya tanaman kentang di dataran medium dapat berupa bedengan atau guludan. Setelah padi dipanen, tanah sawah dikeringkan selama ± 15 hari. Jerami-jerami dibabat atau dibersihkan, dan dikumpulkan pada satu tempat untuk digunakan sebagai bahan mulsa.

Tanah yang sudah kering dibajak 1-2 kali sedalam 30 cm, kemudian digaru 1-2 kali agar struktur tanah menjadi gembur. Jika tanah mempunyai pH rendah (asam), pada saat pengolahan tanah sebaiknya juga dilakukan pengapuran, misalnya dengan Dolomit 500 kg/ ha. Kemudian dilakukan pembuatan bedengan atau guludan. Bedengan berukuran lebar 100 cm, tinggi 30 cm, jarak antar bedengan 50 cm, dan panjang bedengan disesuaikan dengan keadaan lahan. Apabila dibentuk guludan, maka ukuran lebar adalah 60 cm - 80 cm, tinggi 30 cm, jarak antarguludan 50 cm, dan panjang guludan disesuaikan dengan keadaan lahan.

Setelah dibuat bedengan atau guludan, dapat dilakukan penebaran pupuk kandang. Dosis pupuk kandang berkisar antara 10-20 ton/ ha, tergantung pada jenis kotoran ternak yang digunakan. Jika menggunakan kotoran sapi, dosis yang diperlukan adalah 20 ton/ ha, dengan kotoran ayam 10 ton/ ha dan kotoran kambing atau domba 15 ton/ha. Pupuk kandang sebaiknya dicampur secara merata dengan lapisan tanah olah.

Pengolahan lahan untuk tanaman kentang pada lereng gunung atau tanah miring, termasuk alur-alur atau garis, dibuat menurut kontur atau sabuk gunung. Alur-alur atau garit dibuat melingkar tegak lurus dengan kemiringan tanah hingga merupakan teras untuk mencegah erosi. Alur-alur tersebut dapat digunakan untuk bertanam (Soelarso, 1997).

Menurut penelitian, cara bercocok tanam kentang dengan arah guludan horizontal atau memotong lereng dibandingkan arah guludan diagonal atau miring 15° dan vertikal atau searah dengan lereng tidak berpengaruh terhadap hasil umbi kentang. Pengaruh yang sangat nyata terlihat pada peningkatan jumlah tanah yang terangkut karena erosi. Cara pengelolaan tanah miring untuk pertanaman kentang dengan menggunakan arah alur-alur atau garit secara vertikal atau searah dengan kemiringan lereng lebih banyak tanah yang terangkut karena erosi daripada arah alur atau garitan horizontal atau memotong kemiringan lereng (Soelarso, 1997).

Penanaman kentang di Indonesia ditanam pada dataran tinggi, berkisar 900-2.500 m di atas permukaan laut (Muhibuddin *et al.*, 2018), sehingga tanaman kentang merupakan salah satu jenis tanaman yang sangat penting bagi petani di wilayah di dataran tinggi. Hal ini disebabkan karena komoditi ini dapat menghasilkan pendapatan yang tinggi bagi petani (high output), tetapi risikonya tinggi (high risk) dan input tinggi (high input), sehingga memerlukan modal yang tinggi bagi petani. Kelebihan kentang dibandingkan dengan komoditi lainnya adalah dapat disimpan lama untuk menunggu harga jual yang tinggi. Namun demikian, penanaman kentang di dataran tinggi secara terus

menerus mengalami beberapa kendala, misalnya erosi, menurunnya produktivitas tanah, terbatasnya area, dan biaya produksi tinggi. Meskipun kentang umumnya ditanam di dataran tinggi, masih ada masyarakat atau petani yang kurang paham tentang budidaya tanaman kentang di dataran tinggi.

Untuk menghasilkan kentang berkualitas dengan produktivitas yang tinggi optimal diperlukan upaya produksi sesuai dengan budidaya yang baik dan benar (BI, 2011). Oleh karena itu, pelaksanaan Prosedur Operasional Standar (POS) harus konsisten, sehingga dapat menghasilkan produktivitas lebih tinggi (tergantung varietas kentang), dengan tingkat kehilangan hasil lebih kecil dari 10% dan kualitas umbi sesuai dengan standar pasar yang mencapai 90%. Untuk dapat melaksanakan POS tersebut diperlukan fasilitas dan peralatan produksi yang sesuai dengan aktifitasnya (BI, 2011). Oleh karena itu, pada buku ini penulis ingin membantu memberikan informasi tentang budidaya kentang di dataran tinggi. Untuk memperoleh umbi yang berkualitas, penanaman kentang di dataran tinggi dibutuhkan persiapan yang matang sebelum memulai penanaman kentang.

Persiapan lahan untuk bertanam kentang hendaknya bersih dari semak dan sisa-sisa akar tanaman sebelumnya. Tanah diolah dengan cangkul atau traktor sedalam 30 - 40 cm sampai halus dan bersih dari gulma. Hal ini perlu dilakukan karena tanaman kentang menghendaki tanah yang gembur dengan aerasi yang baik untuk berkembangnya umbi. Jika tanahnya keras atau lengket, umbi sulit berkembang dan kualitas umbi yang dihasilkan tidak baik.

Potensi lahan dataran tinggi sangat memungkinkan walaupun harus bersaing dengan tanaman lain misalkan bawang merah, kubis, dan wortel. Tetapi dengan luas lahan yang masih cukup luas, setiap tahun yang dibutuhkan untuk kentang tidaklah sulit terutama di luar Jawa. Harga kentang yang lebih menguntungkan dibanding tanaman lain akan memberi motivasi bagi petani untuk mengembangkannya, apalagi ketersediaan tenaga kerja yang lebih mudah dan murah.

Hasil penelitian para pakar di Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang menunjukkan bahwa tumpang sari antara kentang dengan bawang daun, ubi jalar, dan kubis tidak menyebabkan terjadinya persaingan yang dapat mengakibatkan penurunan kuantitas dan kualitas hasil umbi kentang.

Penerapan pola tanam padi-padi-entang pada lahan sawah di dataran medium berjuang untuk mencegah terjadinya ledakan hama atau penyakit pada tanaman padi. Di daerah yang mendapat pengairan secara terus-menerus (pengairan teknis), biasanya petani cenderung untuk menanam padi tiga kali dalam setahun. Untuk memutus siklus hama dan penyakit padi, penanaman kentang dilakukan pada musim ketiga.

Di daerah dengan irigasi non-teknis (tidak tersedia air sepanjang tahun), penanaman padi pada musim ketiga akan menghadapi resiko kekeringan dan suhu malam yang rendah, sehingga dapat meningkatkan kehampaan bulir padi. Kentang merupakan salah satu alternative tanaman ketiga setelah padi-padi. Pada tanam tumpang sari dapat dilakukan pada lahan penanaman tebu. Hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang menunjukkan bahwa kentang yang ditumpangsarikan dengan raton tebu ketiga tidak menyebabkan penurunan hasil umbi kentang, bahkan dapat meningkatkan hasil tebu sebesar 10%.

2. Penyiapan Pupuk

Sebelum benih ditanam, siapkan dahulu pupuk N (Urea), P (SP-36) dan K (KCl) karena pemberian pupuk buatan tersebut dilakukan bersamaan dengan waktu penanaman benih kentang. Banyaknya pupuk yang disiapkan, setiap satu hektar Urea 300 kg, SP-36 300 kg dan KCl 100 kg. Pupuk buatan yang diberikan itu diberikan dengan dosis N (90 - 180 kg), P_2O_5 (60 - 80 kg) dan K_2O (90 - 140 kg) setiap hektarnya.

Lahan yang sudah diolah diberi pupuk kandang atau kompos yang matang yang ditebarkan secara merata atau ditaruh pada tempat

penanaman benih kentang. Meski begitu, sebaiknya pupuk kandang diletakkan dalam garitan atau alur dangkal selebar ± 15 cm yang dibuat lurus dengan arah Timur-Barat dan jarak antar garitan 70-80 cm. Pupuk kandang ditaruh dalam alur berjarak 25-30 cm. Pembuatan garitan tersebut dilakukan untuk memudahkan meletakkan benih kentang. Setiap satu hektar membutuhkan pupuk kandang/ kompos sekitar 20-30 ton atau 0,5-0,8 kg/ tanaman. Pemupukan dasar adalah memberikan pupuk dasar di dalam tanah dan meletakkan benih dengan posisi tunas menghadap keatas di antara pupuk dan garitan yang disiapkan (BI, 2011). Tujuannya agar tersedia unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman secara optimal dan benih diletakkan dengan benar. Peralatan yang digunakan dalam aktivitas ini adalah :

1. Cangkul/ sekop digunakan untuk mengambil dan mengangkat pupuk organik (kandang, beka),
2. Piulan/ rancangan untuk mengangkut pupuk kelokasi penanaman, dan
3. Ember untuk mengangkut menaburkan pupuk di lahan.

Pemupukan susulan dilakukan pada tanaman kentang yang berumur satu bulan. Pupuk yang diberikan adalah Urea sebanyak setengah dosis anjuran atau sisa dosis pemupukan dasar, yaitu 162,5 kg – 217,5 kg/ hektar, atau pada lahan sawah bekas padi Supra Insus 50 kg/ ha. Pupuk disebar secara merata pada larikan atau garitan dangkal di antara barisan tanaman, kemudian ditutup dengan tanah setebal 10 cm-15 cm, untuk mencegah atau mengurangi penguapan pupuk, setelah pemupukan sebaiknya dilakukan pengairan, agar pupuk cepat larut atau bereaksi dengan tanah.

3. Penyediaan Benih

Penyiapan benih adalah menyiapkan benih bermutu dan varietas unggul yang bersertifikat. Tujuannya adalah menjamin benih yang ditanam jenis varietasnya, memiliki tingkat keseragaman yang tinggi, berproduktivitas tinggi dan sehat. peralatan yang digunakan untuk

aktifitas tersebut adalah pikulan/ racatan untuk membawa benih serta keranjang benih/carangka untuk menampung benih (BI, 2019). Saat penanaman, sebaiknya gunakan benih kentang bentuk umbi yang sudah bertunas dan berasal dari varietas bermutu, seperti varietas Granula, Atlantik, Cosima, Agria dan Desiree yang disesuaikan dengan kondisi lahan yang akan ditanam kentang tersebut. Untuk satu hektar membutuhkan benih 1.200 - 2.000 kg dengan berat umbi sekitar 30 - 60 gram/ umbi. Jika umbi kentang yang akan ditanam itu belum bertunas, simpan dulu dalam tempat/gudang penyimpanan 3 - 6 bulan, tergantung dari varietas kentang. Untuk mempercepat munculnya tunas dapat diberi Etilen cair (rendite) atau gas CS₂ dengan dosis 20 - 25 CC/ 100 kg umbi kentang. Benih kentang yang telah diberi perlakuan tersebut ditaruh dalam tungku tertutup rapat selama \pm 24 jam. Setelah itu, umbi dihamparkan di atas rak-rak dalam gudang sampai bertunas. Umbi-umbi yang sudah bertunas sepanjang \pm 2 cm baru ditanam.

4. Obat-Obatan

Pestisida disiapkan untuk mengendalikan hama dan penyakit yang mungkin menyerang tanaman kentang yang sedang ditanam tersebut. Jenis pestisida yang disiapkan disesuaikan dengan jenis hama dan penyakit yang umum menyerang pertanaman kentang di daerah tersebut. Jika belum paham tentang jenis pestisida yang disiapkan, bisa ditanyakan kepada Penyuluh Pertanian atau petugas pertanian setempat.

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) adalah tindakan untuk menekan serangan OPT guna mempertahankan produksi dengan sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT), yang bertujuan agar OPT dapat terkendali tanpa memasuki lingkungan. Kegiatan ini yang paling kritis dalam kaitannya dengan kebutuhan produksi kentang. Dalam kondisi tertentu, misalnya intensitas curah hujan sangat tinggi, maka pengendalian OPT ini juga harus lebih sering dilakukan karena OPT akan sangat cepat berkembang. Peralatan yang biasa digunakan dalam aktivitas ini (BI, 2011):

- a. *Power Spayer, Mist Blower, Hand Spayer*, sebagai alat untuk mengaplikasikan pestisida.
- b. Ember, drum, alat pengaduk unruk mencampur pestisida dengan air.
- c. Takaran (Scala cc, ml, liter, dan gram) untuk menakar pestisida dengan air.
- d. Alat/ sarana pelindung (sarung tangan, masker, topi, sepatu boot, bjaу lengan panjang) untuk melindungi bagian tubuh dari cemaran bahan kimia.

Selain penggunaan obat-obatan atau pestisida, perlindungan tanaman bertujuan untuk mencegah serangan hama dan penyakit. Masalah hama dan penyakit dapat diatasi dengan sistem Pengendalian Hama dan Penyakit terpadu (PHPT). Komponen pengendalian hama dan penyakit terpadu meliputi aktivitas-aktivitas sebagai berikut:

- a. Memilih lahan yang bebas penyakit, terutama penyakit bakteri layu.
- b. Menggunakan bibit yang sehat, dari varietas unggul komersial.
- c. Menerapkan pola tanam yang sesuai dengan keadaan daerah lokalita.
- d. Melakukan pengolahan tanah secara baik.
- e. Mencabut tanaman yang terserang berat.
- f. Melakukan pemulsaan dengan jerami padi.
- g. tanaman perangkap hama di sekitar lahan penanaman kentang, misalnya tanaman jagung.
- h. Memasang perangkap perekat hama, misalnya IATP.
- i. Menggunakan pestisida yang tepat dan ramah lingkungan.

5. Jarak Tanam

Menurut Soelarso (1997), penetapan jarak tanam adalah membuat tanda jarak tanam yang memungkinkan untuk pertumbuhan perakaran dan umbi agar berkembang secara normal dan optimal. Tujuannya adalah agar diperoleh tempat benih dan pupuk dengan jarak yang

sama pada seluruh garitan. Biasanya digunakan peralatan roda berjari/ belahan bambu/ tali/ tambang untuk menentukan jarak tanam dan meteran sebagai alat ukur jarak tanam pada belahan bambu/ tali. Jarak tanam ini sangat penting karena akan sangat erat kaitannya dengan jumlah benih yang dibutuhkan per satuan luas, serta akan sangat besar pengaruhnya terhadap ukuran kentang yang dihasilkan (BI, 2011).

Jarak tanam antar-barisan (alur atau garit) untuk tujuan menghasilkan umbi kentang ukuran bibit adalah 70 cm – 75 cm dan jarak tanam dalam barisan adalah 20 cm – 25 cm (6 rumpun/ m²). Sedangkan untuk tujuan menghasilkan produksi umbi konsumsi, jarak tanam sebaiknya agak lebar yaitu jarak antar-barisan 70 cm – 80 cm dan jarak dalam barisan 30 cm. Kerapatan tanam makin tinggi menyebabkan ukuran umbi yang akan dipanen (untuk bibit) makin kecil. Sebaliknya, jarak tanam yang lebih renggang akan menghasilkan umbi kentang lebih besar.

Keuntungan jarak tanam antar-baris yang lebar adalah sebagai berikut (Soelarso, 1997):

1. Terdapat cukup tanah untuk membumbun.
2. Kerusakan terhadap tanaman (akar dan umbi) akibat peralatan pengolahan pada waktu membumbun, menyiang, dsb. dapat dihindari.
3. Memudahkan pencabutan tanaman yang terinfeksi penyakit.

Keuntungan jarak tanam antar-baris yang sempit atau rapat adalah sebagai berikut.

1. Memungkinkan air irigasi/ pengairan mencapai daerah perakaran dengan mudah meningkatkan efisiensi penggunaan tanah, sinar matahari, air dan unsur hara.

6. Persiapan Benih

Penyiapan benih adalah menyiapkan benih bermutu dan varietas unggul yang bersertifikat. Tujuannya adalah menjamin benih yang ditanam jenis varietasnya, memiliki tingkat keseragaman yang

tinggi, berproduktivitas tinggi dan sehat. Peralatan yang digunakan untuk aktifitas tersebut adalah pikulan/ racatan untuk membawa benih serta keranjang/ carangka untuk menampung benih (BI, 2011).

Perbanyakan tanaman kentang dapat dilakukan dengan biji bo-tani (*True Potato Seed*), umbi, setek tunas umbi, setek buku tunggal, setek batang, setek buku daun, dan kultur jaringan. Petani pada umumnya menggunakan bibit hasil perbanyakan di lapangan yang telah lolos seleksi ketat (roguing), dan mempraktekkan kaidah atau teknik pembibitan (Rukmana, 2002)

Penyiapan bibit kentang yang banyak dilakukan petani adalah dengan membeli umbi bibit dari penangkar bibit. Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam penyiapan umbi bibit kentang adalah sebagai berikut (Rukmana, 2002).

- a. Umbi bibit harus berasal dari varietas atau klon unggul komersial.
- b. Umbi bibit harus bebas dari penyakit bakteri layu dan penyakit penting lainnya.
- c. Umbi bibit berukuran 30 g - 45 g/ umbi dan telah bertunas sepanjang \pm 2cm.

Kebutuhan bibit per satuan luas lahan sangat tergantung pada jarak tanam dan pola tanam. Penanaman dengan cara tanam ganda (2 baris) pada bedengan selebar 1 m, dengan jarak antar-bedengan 50 cm, dan jarak tanam 50 cm x 30 cm membutuhkan umbi bibit sebanyak 1,3 ton – 1,5 ton/ hektar.

7. Penanaman

Lahan yang telah dipersiapkan sebelumnya berupa alur-alur atau garitan-garitan diberi pupuk organik (pupuk kandang atau kompos). Pemberian pupuk dilakukan dengan cara dihamparkan dalam garitan-garitan atau diberikan secara setempat di antara umbi kentang yang akan ditanam. Pupuk kandang yang biasa dipakai adalah kotoran ayam, sapi, kerbau, dan burung. Pupuk kandang yang paling baik kotoran burung atau ayam karena kotoran ayam biasanya tidak mengandung

nematoda. Dosis pupuk kandang adalah 20 ton/ha, tergantung pada jenis pupuk kandang dan kesuburan tanah. Pupuk kandang yang akan dipakai harus sudah "jadi" atau sudah menjadi seperti tanah.

Bibit kentang yang tersentuh pupuk secara langsung akan terbakar dan kentang akan membusuk, maka setelah diberi pupuk harus ditutup tanah setebal 5 cm - 6 cm. Setelah bibit kentang ditanam, ditutup lagi dengan tanah setebal 5 cm – 6 cm.

Di dataran medium, waktu penanaman yang paling baik adalah pada musim kemarau. Di pulau Jawa, penanaman kentang paling baik dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juni, agar pembentukan umbi jatuh pada bulan Agustus, yaitu saat suhu terendah.

Sebelum dilakukan penanaman, harus ditetapkan pola tanam terlebih dulu. Misalnya pola tanam monokultur kentang atau tumpang sari dengan jagung, ubi jalar, kubis, atau tanaman semusim lain yang mempunyai keunggulan komparatif. Tanaman yang ditumpangsarikan harus dipilih tanaman yang bukan sefamili, dan jarak tanam harus diatur dengan sistem tiga baris (*triple row system*). Barisan tengah diganti dengan tanaman yang ditumpangsarikan.

Penanaman dan pemupukan dasar adalah memberikan unsur hara dasar di dalam tanah dan meletakkan benih dengan posisi menghadap ke atas di antara pupuk pada garitan yang telah disiapkan. Tujuannya agar tersedia unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman secara optimal dan benih diletakkan dengan benar. Peralatan yang digunakan dalam aktivitas ini adalah:

1. Cangkul atau sekop digunakan untuk mengambil dan mengangkat pupuk organik (kandang, bokasi);
2. Pikulan untuk mengangkut pupuk ke lokasi penanaman.
3. Ember digunakan untuk mengangkut dan menaburkan pupuk dilahan.

8. Pemupukan

Pemberian pupuk kandang minimum tiga hari sebelum tanam. Berbarengan dengan pemberian pupuk kandang tersebut, sebelum penanaman bibit pupuk buatan juga diberikan. Cara pemberian pupuk buatan adalah diatas pupuk kandang atau diantara umbi bibit dengan jarak 5 cm – 7 cm di sebelah kanan dan kiri umbi kentang.

Pupuk N mendorong pertumbuhan batang dan daun, tetapi pemberian N yang banyak dapat memperlambat pertunasan, tanaman menghasilkan daun-daun yang besar, tanaman menjadi terlalu subur, dan umbi bisa besar tetapi nilai zat tepungnya rendah.

Pupuk P dapat memacu pertumbuhan akar. Tetapi bila pupuk P banyak sedangkan K sedikit, maka pertumbuhan awal baik namun daun akan menebal dengan tidak wajar dan akan timbul gejala kekurangan Kalium.

Pupuk K mendorong pertumbuhan umbi dan mempertinggi kadar tepung dalam umbi. Kekurangan K akan menyebabkan penurunan hasil yang drastis.

Jumlah pupuk buatan untuk tanaman kentang bervariasi, tergantung pada varietas kentang, jenis tanah, kesuburan tanah, lokasi, dan musim. Sebagai pedoman, pemakaian pupuk buatan untuk lahan seluas satu hektar adalah menggunakan campuran pupuk buatan sebagai berikut: Pupuk ZA sebanyak 400 kg/ ha, SP36 sebanyak 400 kg/ ha, dan KCL sebanyak 200 kg/ ha. Campuran pupuk buatan ini diberikan minimal tiga hari sebelum ditanam.

Pada musim kemarau sumber N diambil dari pupuk Urea 50% dan dari pupuk ZA 50%. Sedangkan pada musim hujan sebaiknya sumber N dari pupuk ZA saja. Pupuk kandang ataupun pupuk buatan di berikan untuk setiap bibit yang ditanam (knol) dengan jumlah yang relatif sama (terukur). Pada musim kemarau, jumlah pupuk buatan dapat dikurangi 10% - 20%.

Untuk pembesaran umbi, beberapa petani melakukan pemupukan susulan ZA dan KCL dengan dosis 200 kg/ ha ZA dan 100 kg/ ha KCL. Bila pertumbuhan daun tampak kurang subur, tanaman

dapat diberi larutan Urea 1% (1:100) dalam larutan pestisida, kemudian disemprotkan pada tanaman. Biasanya, pupuk susulan diberikan \pm 30 hari setelah tanam. Dalam beberapa kondisi, penambahan pupuk daun dengan menyemprotkan pada tanaman kentang yang dipupuk secukupnya melalui tanah tidak memberi kenaikan produksi.

Petani sering menanam dua baris tanaman pada satu bedengan, yaitu pada lebar bedengan 90 cm terdapat parit dengan lebar 30 cm di antara 2 bedengan. Bibit ditanam dalam 2 baris, jarak antar-baris 45 cm, jarak antar tanaman dalam barisan 25 cm – 30 cm. Bibit kentang ditanam satu persatu pada lubang tanam dengan mata tunas berada di atas, kemudian ditutup dengan tanah setebal 5 cm – 6 cm. Untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman kentang yang baik dan hasil yang tinggi, penangannya harus dilakukan secara intensif, misalnya, dengan suplai unsur hara yang cukup dan berimbang.

9. Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan tanaman kentang di dataran tinggi meliputi aktivitas-aktivitas sebagai berikut:

a. Pengairan

Pengairan adalah memberikan air untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tujuannya adalah agar terpenuhi kebutuhan air bagi tanaman dan membantu penyerapan unsur hara oleh tanaman. Kebutuhan akan air ini biasanya menjadi salah satu problem dalam budidaya kentang, karena kentang diusahakan didataran tinggi sehingga ketersediaan sumber air menjadi sangat terbatas. Aktivitas pemberian air ini biasanya dilakukan pada musim kemarau dengan menggunakan peralatan sebagai berikut:

1. Pompa air digunakan untuk memompa air dari sumber air (air tanah, embung sungai).
2. Bakair/ drum untuk menampung air

3. Selang air/ *sprinklerdrip*emrat untuk mengalirkan air ke areal pertanaman.

Menurut Rukmana (2002), potensi lahan dataran medium amat memungkinkan walaupun harus bersaing dengan tanaman lain misalkan bawang merah, ubi jalar, jagung dan padi. Tetapi dengan luasan 65.000 ha setiap tahun yang dibutuhkan untuk kentang tidaklah sulit apalagi di luar Jawa. Harga kentang yang lebih menguntungkan dibanding tanaman lain akan memberi motivasi bagi petani untuk mengembangkannya, apalagi ketersediaan tenaga kerja yang lebih mudah dan murah dibanding di dataran tinggi. Hasil pemetaan kasar yang dilakukan laboratorium GIS Fakultas Pertanian Unibraw menunjukkan potensi pengembangan kentang dataran medium di Jawa Timur. Dari data tersebut didapat kesesuaian lahan berada di daerah agak selatan Jawa timur terutama di Malang Selatan, Situbondo dan Lumajang. Lokasi lebih detail dapat di lahan apabila disertai dengan survei ke lapang dan pengambilan sampel tanah.

Pengairan dilakukan terutama apabila penanamannya pada musim kemarau dan pada tanah-tanah sawah yang mendapatkan pengairan teknis. Kentang membutuhkan air bagi pemunculan awal dan pertumbuhannya. Umbi bibit harus dalam keadaan kontak dengan tanah yang cukup lembab. Tanah yang terlalu basah dan aerasi kurang mengakibatkan pertumbuhan akar, stolon, dan umbi terhambat.

Penanaman pada musim kemarau untuk lahan yang beririgasi, maka pengairan dilakukan secukupnya sampai dua hari sebelum penanaman. Selanjutnya pengairan dilakukan sesuai dengan situasi tanahnya misalnya, terlalu kering atau dilakukan setelah pengguludan pertama atau pemupukan susulan dan pengguludan kedua.

Pengairan dilakukan secara kontinu seminggu sekali untuk memenuhi kebutuhan air, serta untuk mempertahankan kelembapan dan suhu tanah tetap rendah. Pengairan dilakukan dengan cara menggenangi tanah selama 30 menit hingga tanah cukup basah. Dalam pengairan harus diperhatikan supaya tidak terjadi keterlambatan

pemberian air maupun pemberian air yang berlebihan. Keterlambatan pemberian air dapat mengakibatkan pertumbuhan umbi tidak sempurna ataupun umbi menjadi pecah-pecah sehingga akan menurunkan kualitas. Pemberian air yang berlebihan sampai becek atau menggenangkan akan menyebabkan pembengkakan lentisel umbi, sehingga mempermudah masuknya penyakit layu bakteri.

Pengairan disesuaikan dengan keadaan tanah atau fase pertumbuhan tanaman kentang. Dua minggu sebelum umbi dipanen, biasanya interval pengairan dikurangi. Pengairan sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari, pada saat suhu udara tidak terlalu tinggi dan sinar matahari tidak terlalu terik.

b. Penyiangan

Penyiangan atau pembersihan gulma (tanaman pengganggu) dilakukan pada saat tanaman berumur sekitar 4 dan 6 minggu setelah tanam, untuk penyiangan berikutnya dilakukan bila dirasakan perlu. Pemeliharaan tanaman yang penting adalah pendangiran dan pembersihan rerumputan atau gulma sambil meninggikan kembali guludan. Pembumbunan umumnya dilakukan dua kali selama penanaman. Pada musim penghujan, peninggian guludan lebih sering dilakukan karena banyak guludan yang rusak akibat hujan sehingga umbi-umbi akan kelihatan dan warna menjadi hijau.

Beberapa kerugian yang ditimbulkan akibat pertumbuhan gulma antara lain adalah kompetisi atau persaingan pengambilan zat hara, ruang lingkup, cahaya dan air yang berakibat menurunnya produksi dan mutu umbi kentang. Selain itu, beberapa jenis gulma merupakan inang bagi hama dan penyakit tanaman. Hasil penelitian Satsiyati (2004), menunjukkan bahwa tanaman kentang selama pertumbuhannya tergolong peka terhadap gulma, yaitu antara 1/4 sampai 1/3 periode total pertumbuhan dan pada fase perkembangan umbinya. Pengaruh persaingan gulma pada pertanaman kentang dapat menurunkan produksi sampai 45,2 %.

Pelaksanaan penyiangan berkaitan erat dengan pelaksanaan pembumbunan tanaman. Bilamana bibit telah tumbuh dan batang-batang muda telah muncul 10 cm, yaitu sekitar 30 hari setelah tanam, maka diadakan penyiangan atau pembersihan gulma.

Penyiangan dilakukan apabila lahan tanaman kentang ditumbuhi gulma. Namun, pada tanah bekas padi sawah yang digunakan untuk menanam kentang dengan sistem mulsa jerami, biasanya penyiangan tidak mutlak harus dilakukan. Penyiangan harus dilakukan dengan hati-hati, agar tidak merusak perakaran tanaman kentang. Kerusakan akar tanaman akan mempermudah masuknya penyakit bakteri layu.

Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut rumput-rumput liar atau gulma, kemudian menguburkannya pada satu tempat. Alat bantu penyiangan dapat berupa parang, kored, dan cangkul.

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) merupakan tindakan untuk mengendalikan seorang OPT guna mempertahankan produksi dengan sistem Pengendalian Hama Terpadu (BI, 2011), hal ini bertujuan agar OPT dapat terkendali tanpa memasuki lingkungan. Kegiatan ini yang paling kritis dalam kaitannya dengan kebutuhan produksi kentang. Dalam kondisi tertentu, misalnya intensitas curah hujan sangat tinggi, maka pengendalian OPT ini juga harus lebih sering dilakukan karena OPT akan sangat cepat berkembang.

c. Penyulaman

Sambil penyiangan, dilakukan pula penyulaman pada tanaman yang tidak tumbuh atau pada tanaman yang tumbuhnya kurang baik. Penyulaman harus dilakukan seawal mungkin, antara 10–15 hari setelah tanam. Bibit yang tidak tumbuh atau busuk harus segera diganti dengan bibit yang baru.

Penyulaman dilakukan dengan cara membongkar lubang tanam dari bibit yang tidak tumbuh, kemudian bibit yang baru ditanamkan sedalam 7,5 –10 cm. Setelah penyulaman harus segera dilakukan pengairan atau penyiraman, terutama di sekitar bidang tempat bibit yang baru.

d. Pemupukan Susulan

Pemupukan susulan dilakukan pada tanaman kentang yang berumur satu bulan. Pupuk yang diberikan adalah Urea sebanyak setengah dosis anjuran atau sisa dosis pemupukan dasar, yaitu 162,5 kg – 217,5 kg/ hektar, atau pada lahan sawah bekas padi Supra Insus 50 kg/ ha. Pupuk disebar secara merata pada larikan atau garitan dangkal di antara barisan tanaman, kemudian ditutup dengan tanah setebal 10 cm – 15 cm, untuk mencegah atau megurangi penguapan pupuk. Setelah pemupukan sebaiknya dilakukan pengairan, agar pupuk cepat larut atau bereaksi dengan tanah.

e. Perlindungan (Proteksi) Tanaman

Perlindungan tanaman bertujuan untuk mencegah serangan hama dan penyakit. Masalah hama dan penyakit dapat diatasi dengan sistem Pengendalian Hama dan Penyakit terpadu (PHPT). Komponen pengendalian hama dan penyakit terpadu meliputi aktivitas-aktivitas sebagai berikut.

1. Memilih lahan yang bebas penyakit, terutama penyakit bakeri layu.
2. Menggunakan bibit yang sehat, dari varietas unggul komersial.
3. Menerapkan pola tanam yang sesuai dengan keadaan daerah lokalita.
4. Melakukan pengolahan tanah secara baik.
5. Mencabut tanaman yang terserang berat.
6. Melakukan pemulsaan dengan jerami padi.
7. Menanam tanaman perangkap hama di sekitar lahan penanaman kentang, misalnya tanaman jagung.
8. Memasang perangkap perekat hama, misalnya IATP.
9. Menggunakan pestisida yang tepat dan ramah lingkungan.

10. Pemanenan

Kentang yang ditanam di dataran tinggi sudah dapat dipanen pada umur 90-180 hari, tergantung varietas yang ditanam. Pada varietas

kentang genjah, umur panennya 90-120 hari; varietas medium 120-150 hari dan varietas dalam 150-180 hari (Secara fisik tanaman kentang sudah dapat dipanen apabila daunnya telah berwarna kekuning-kuningan yang bukan disebabkan serangan penyakit; batang tanaman telah berwarna kekuningan dan agak mengering. Selain itu tanaman yang siap panen kulit umbi akan lekat sekali dengan daging umbi, kulit tidak cepat mengelupas bila digosok dengan jari (Muhibuddin *et al.*, 2017).

Waktu pemanenan sangat dianjurkan dilakukan pada sore hari atau pagi hari dan dilakukan pada saat hari yang cerah. Cara panen yang baik dilakukan dengan pencangkulan tanah di sekitar umbi kemudian angkat umbi secara hati-hati menggunakan garpu tanah. Setelah itu kumpulkan umbi di tempat yang teduh dan dihindari terjadinya kerusakan mekanis waktu panen. Ciri-ciri tanaman kentang yang sudah layak untuk dipanen adalah daun-daunnya telah menguning atau mengering, batang berubah warna dari hijau menjadi kekuning-kuningan, dan kulit umbi tidak mudah lecet.

Panen dilakukan dengan cara membongkar guludan atau bedengan, kemudian mengangkat umbi kentang ke permukaan tanah. Umbi dibiarkan beberapa saat agar terkena sinar matahari, kemudian dikumpulkan dan diangkat ke tempat penampungan hasil.

Potensi hasil varietas unggul yang ditanam di dataran medium berkisar antara 18 ton-40 ton/ ha, tergantung pada varietas yang ditanam. Hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang menunjukkan, bahwa tumpang sari antara kentang varietas Granola dan bawang daun di dataran medium dapat menekan serangan kutu persik (*Myzus persicae*) dan dapat mempertahankan hasil panen kentang sebesar 19 ton/ ha.

Panen adalah proses pengambilan umbi kentang yang sudah menunjukkan ciri (sifat khusus) untuk digali dimasak dengan optimal (Bl, 2011). Penentuan saat panen yang tepat menjadi sangat penting karena berkaitan dengan ukuran kentang (produktivitas) dan tujuan penggunaan kentang. Kentang untuk bibit akan berbeda saat panennya dengan kentang yang di konsumsi/ industri. Tujuannya adalah menggali

dang mengambil umbi dari dalam tanah dengan menggunakan peralatan berikut (BI, 2011):

1. Alat pagkas (sabit/ arit) sebagai pemangkat tanaman kentang yang terdapat di permukaan tanah.
2. Cangkul digunakan untuk membongkar umbi dari dalam tanah.
3. Tali plastic dan jarum layar untuk mengikat karung/ waring.
4. Keranjang/ krat/ karung/ waring/ pengki/ ember untuk meletakkan dan mengangkat umbi yang telah dipanen.
5. Pingkulan/rancatan sebagai alat angkut dari kebun ke tempat pengumpulan umbi.
6. Terpal digunakan sebagai alas dan naungan dalam pengumpulan hasil panen dilahan pertanian.
7. Timbangan untuk menimba hasil panen.

11. Pasca Panen

Pembersihan adalah proses menghilangkan kotoran yang menempel pada umbi (BI, 2011). Tujuannya adalah untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel pada umbi supaya umbi terlihat menarik. Aktivitas ini biasanya dilakukan oleh pedagang, sedangkan petani langsung membersihkan sisa-sisa tanah dilahan. Peralatan yang digunakan untuk aktifitas ini adalah bak air berisi air bersih untuk mencuci umbi kentang serta tarpal/keranjang sebagai tempat untuk mongering-anginkan kentang yang telah dicuci. Dalam proses pem-bersihan dan penyucian ini harus dilakukan secara hati-hati agar kentang tidak lecet dan terluka kulitnya.

Selain itu, dalam penanganan lanjut (usaha lepas panen) juga dilakukan sortasi dan grading. Sortasi dan grading adalah proses pemilihan dan pemisahan umbi berdasarkan kualitas dan ukuran. Tujuannya adalah untuk memisahkan umi yang baik dan yang tidak bai, untuk memperoleh umbi yang seragam dalam ukuran dan kualitas. Peralatan yang digunakan pada saat sortasi adalah pengeki untuk memindahkan kentang yang sudah disortasi dan digrading, wadah (keranjang/ krat)

untuk meletakkan umbi yang sudah disortasi dan digrading, serta terpal digunakan sebagai alas sortasi dan grading (BI, 2011).

Pada saat harga kurang bagus, petani melakukan penyimpanan untuk menunggu saat pemasaran yang tepat. Oleh karena itu diperlukan fasilitas gudang/ ruang penyimpanan sebagai tempat penyimpanan kentang yang telah diseesai bersihkan, disortasi dan digrading serta kotak kayu/ krat/ keranjang/ waring digunakan sebagai wadah umbi kentang yang akan disimpan dalam gudang. Aktivitas penyimpanan ini tidak banyak dilakukan untuk kentang industry karena biasanya akan langsung dibawa ke tempat/ gudang dagang milik mitra usaha untuk langsung diproses.

Aktivitas lain yang biasa dilakukan oleh pedagang pengumpul/ bandar adalah pengemasan, yaitu mengemas umbi kentang dengan menggunakan bahan pengemas sesuai tujuan pasar. Pengemasan ini bertujuan untuk memudahkan distribusi dan melindungi umbi dari kerusakan mekanis maupun kerusakan fisiologi serta memperbaiki penampilan. Beberapa peralatan yang digunakan dalam pengemasan, yaitu:

1. Timbangan untuk menimbang kentang yang akan dikemas.
2. Karung jaring plastik/ waring/ polinet digunakan sebagai wadah kemasan.
3. Jarum karung dan tali plastik digunakan untuk menutupi karung.

Aktivitas pasca panen terakhir adalah distribusi, yaitu memindahkan umbi kentang dari produsen ke pasar yang bertujuan untuk mendistribusikan umbi kentang sampai ke pasar sebelum dipindahkan ke alat transportasi serta alat transportasi yang memadai untuk mengangkut umbi ke pasar.

Tahap pascapanen dilakukan dengan melakukan penyortiran dan penggolongan umbi yang baik dan sehat serta memisahkan umbi yang cacat dan terserang penyakit. Kegiatan tersebut akan mencegah penularan penyakit pada umbi yang sehat (BI, 2011). Selain itu, dapat dilakukan pembersihan umbi, namun hampir tidak pernah dilakukan

oleh petani konvensional. Untuk memasarkan kentang di pasar swalayan, kentang harus dibersihkan terlebih dahulu. Pembersihan umbi dari segala kotoran yang menempel dengan kain yang bersih secara perlahan-lahan, jangan sampai menimbulkan luka/lecet-lecet. Selain umbi dapat dibersihkan dengan air mengalir yang tidak terlalu deras kemudian dikering-anginkan. Umbi yang bersih akan memperpanjang keawetan umbi selain itu juga akan menarai konsumen. Pengemasan dan pengangkutan dilakukan dengan alat pengemas yang bersih dan terbuat dari bahan yang ringan. Pengemasan harus dilakukan berventilasi dan di bagian dasar dan tepi diberi bahan yang mengurangi benturan selama pengangkutan (BI, 2011).

Penanganan pascapanen umbi kentang di tempat penampungan hasil meliputi aktivitas-aktivitas sebagai berikut.

1. Melakukan seleksi dan sortasi umbi, yaitu memisahkan umbi yang rusak dari umbi yang sehat (normal).
2. Membersihkan umbi yang terpilih dari kotoran atau tanah.
3. Menghilangkan panas laten dengan cara menghamparkan ketang dengan 4-5 lapisan, sebelum dikemas atau dijual.
4. Mengemas umbi, dapat dilakukan dengan menggunakan karung plastik (waring).

Pada saat melakukan sortasi dan seleksi, umbi-umbi terpilih diklasifikasikan berdasarkan ukuran mutu sebagai berikut (Rukmana, 2002):

Untuk bahan baku French fries, mutu umbi diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Mutu super: > 400 g,
2. Mutu A: > 250 g – 400 g, dan
3. Mutu B: > 100 g – 250 g

Penyimpanan umbi kentang dalam rak-rak yang tersusun rapi dan sebaiknya ruangan tempat penyimpanan dibersihkan dan disterilisasi dahulu agar terbebas dari bakteri serta diusahakan tertutup dan berventilasi (BI, 2011).

Penyimpanan kentang harus dilakukan diruangan gelap, suhu rendah, dan kelembaban sedang. Ruang penyimpanan yang terlindung dari cahaya dapat menghambat pertumbuhan tunas dan munculnya warna hijau pada kulit umbi sehingga kentang layak untuk dijual. Kentang yang berwarna hijau mengandung racun solanin yang berbahaya bagi tubuh sehingga nilai ekonomisnya akan turun. Sortasi dan pemutuan biasanya dilakukan dilapangan (lahan) setelah panen. Umbi kentang yang telah dipanen dan kering, dipilih berdasarkan ukuran. Umbi dipisahkan antara umbi yang baik, afkir, dan busuk. Umbi yang baik dikelaskan menjadi AL (besar), AB (sedang), dan Ares (kecil) kemudian dimasukkan ke dalam karung jala dengan kapasitas 38-40 kg.

Pemutuan juga dilakukan di gudang, umbi kentang yang telah disortasi dilapang kemudian dibawa ke gudang penyimpanan. Umbi ukuran AL dan AB dibawa kegudang sebagai kentang konsumsi sedangkan umbi ukuran ares dibawa kegudang kentang bibit. Umbi ukuran AL disimpan saja di gudang, sedangkan umbi ukuran AB disortasi kembali berdasarkan penampakan fisik seperti umbi bagus, umbi jelek atau afkir (umbi terkena cangkul saat panen, belah, tergores, dan berlubang), dan busuk. Umbi bagus dikelompokkan berdasarkan ukuran umbi yaitu AL (besar), AB (sedang), dan Bibit (kecil). Umbi ukuran AL dan AB dikirim ke gudang ritel untuk pemasaran ke supermarket dan umbi bibit dikirim kegudang bibit sebagai benih sedangkan umbi afkir dijual dan umbi busuk dibuang.

BAB IV

HAMA DAN PENYAKIT KENTANG DI DATARAN TINGGI

Serangan hama dan penyakit pada tanaman kentang merupakan salah satu faktor penting yang dapat mengurangi tingkat produksi kentang. Penurunan produktivitas kentang dipengaruhi oleh patogen yang ada pada bibit. Oleh karena itu, pengelolaan pengendalian hama dan penyakit kentang harus dilaksanakan secara terpadu dan terkontrol. Serangan hama dan penyakit pada tanaman kentang merupakan salah satu faktor penting sebagai pembatas produksi kentang (Soelarso, 1997). Hama dan penyakit pada kentang dapat menyerang tanaman di lapangan, umbi di gudang, dan lainnya. Gejala infeksi dapat diidentifikasi pada saat panen dan di gudang.

1. Hama dan Penyakit Penting/ Utama pada Kentang

1) Penggerak umbi (*Phthorimaea operculella*)

a. Gejala Kerusakan di Lapangan

Hama penggerak menyerang tanaman kentang dengan cara menggerek permukaan daun dan memakan serta membuat alur-alur pada tulang daun. Kerusakan tanaman diakibatkan oleh larva yang menyebabkan hilangnya jaringan daun, matinya titik tumbuh, lemah dan rapuhnya batang. Gejala khas merupakan adanya lipatan kecil dan kering pada permukaan daun berwarna coklat, disertai serat-serat seperti benang yang didalamnya terdapat larva;

b. Gejala Kerusakan Pada Umbi

Permukaan umbi tidak beraturan dan berlubang atau tampak larikan-larikan akibat adanya terowongan/ lorong di bawah permukaan umbi akibat larva menggerek bagian dalam umbi. Disertai adanya

kotoran berwarna coklat tua yang dikeluarkan larva pada permukaan umbi;

c. Tindakan Pengendalian

1. Rotasi tanaman dengan menggunakan tanaman yang bukan inang hama penggerek;
2. Pengguludan yang baik agar umbi tertutup, karena umbi yang muncul keluar akan merangsang ngengat (penggerek dewasa) untuk datang dan bertelur pada permukaan umbi;
3. Aplikasi insektisida yang direkomendasi di lapangan, dan pence-lupan umbi dengan larutan insektisida sistemik sebelum umbi disimpan atau umbi diberi perlakuan insektisida tepung sebagai tindakan pencegahan;
4. Sanitasi gudang dengan membersihkan gudang dari sampah atau barang-barang bekas yang kemungkinan dipakai sarang oleh ngengat.

2) Aphids (Kutu Daun)

a. Kerusakan di lapangan

Serangga ini lebih dikenal sebagai vector (penular) virus dibandingkan sebagai hama. Ukurannya sebesar 1,8-2,3 mm, ada yang ber-sayap dan ada yang tidak bersayap. Aphid berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan. Hidupnya sering berkoloni dan tinggal di balik daun kentang. Serangan langsung dari aphids menyebabkan daun menjadi keriput, pertumbuhan menjadi terhambat karena cairan sel dihisap, serangan hebat, daun akan gugur.

Di daerah tropis yang memiliki dua musim, aphids berkembang baik secara parthenogenesis (asexual) yaitu langsung melahirkan Nympha. Setelah mengalami 4 kali pergantian kulit nympha menjadi dewasa, kemudian beberapa beberapa membentuk sayap dan lain-nya tidak bersayap. Sedangkan di daerah yang memiliki empat musim ada perkembangan sexual karena ada jantannya.

b. Gejala pada umbi

Aphids dapat menularkan penyakit Potato Leaf Roll Virus (PLRV) diantara umbi selama penyimpanan di gudang;

c. Tindakan Pengendalian

Membuat border dengan tanaman yang habitusnya lebih tinggi dari tanaman kentang untuk menghindarkan masuknya Aphids yang membawa virus dari sekitarnya ke areal penangkar; Penyemprotan dengan insektisida yang direkomendasikan.

3) Thrips (bereng)

a) Gejala kerusakan pada tanaman

Permukaan daun keriput disertai ada spot/ bintik kuning bekas tusukan, daun seperti mosaik, kaku dan menebal. Dibawah permukaan daun tampak warna keperakan, dan biasanya Thrips ada di sana berbentuk tongkat kecil halus berwarna coklat yang bergerak sangat lincah. Serangan berat pada daun kentang muda menampakkan mosaik, dan tanaman sudah tua daun menggulung, tanaman menjadi kerdil dan tidak produktif;

b) Gejala pada umbi, tidak ada laporan Thrips menyerang umbi;

1. Tindakan pengendalian dengan menyemprotkan dengan insektisida yang direkomendasikan, aplikasi harus sejak daun mulai ke luar.

2. Lalat Penggorok Daun (*Liriomyza huidobrensis*);

Kerusakan disebabkan oleh lalat dewasa dan larvanya.

1. Kerusakan oleh lalat dewasa; daun berlubang-lubang kecil karena lalat makan dengan cara melubangi jaringan pada permukaan daun dengan alat peletak telur dan memakan cairan tanaman yang keluar dari daun. Jumlah lubang yang disebabkan oleh lalat dewasa betina untuk makan dan meletakkan telur tergantung pada tinggi rendahnya suhu;

2. Kerusakan oleh larva: larva menggorok ke dalam epidermis daun dan tulang daun sehingga pada permukaan daun tampak larikan berkelok-kelok seperti lukisan berwarna putih, daun menjadi kering dan akhirnya mati. Larva bisa ditemukan di dalam jaringan tulang daun yang terserang;
3. Tindakan pengendalian:
 - a. Penanaman tanaman perangkap kacang merah disekitar pertanaman kentang
 - b. Pemasangan perangkap likat kuning (80-100 buah/ hektar)
 - c. Aplikasi insektisida yang direkomendasikan.

Hama dan penyakit penting yang mengganggu tanaman kentang di dataran medium terdiri atas kutu daun, thrips, tungau, penyakit layu bakteri, dan busuk kering. Pengenalan akan hama dan penyakit utama ini dapat membantu pengendaliannya secara tepat, sehingga dapat mengamankan hasil dari resiko kerugian (Rukmana, 2002)

a. Hama

Hama utama tanaman kentang didataran medium adalah sebagai berikut.

1. Kutu Daun Persik (*Myzus persicae* Sulz)

Selain menjadi hama utama, kutu daun persik juga berperan sebagai penular (vector) penyakit virus, terutama virus yang menggulung daun kentang atau Potato Leaf Roll Virus (PLRV) dan Potato Virus Y (PVY). Kutu daun persik berukuran kecil, hidup bergerombol di bawah permukaan daun atau pucuk. Kutu daun berkembang baik secara perkawinan biasa dan parthenogenesis. Siklus hidup hama ini berlangsung dalam waktu 7 - 10 hari.

Kutu daun persik mempunyai dua bentuk, yaitu bersayap (alatae) dan tidak bersayap (apterae). Bentuk yang bersayap berwarna hitam, sedangkan yang tidak bersayap mempunyai warna bervariasi, yaitu merah, kuning, dan hijau. Ciri khas kutu daun persik adalah sepasang

antenna yang relative panjang (sepanjang tubuhnya), dan tonjolan (karnikel) berwarna hitam yang terdapat pada ujung abdomen.

Kutu daun persik dapat menyebabkan kerugian secara langsung, dengan cara mengisap cairan tanaman. Gejala yang ditimbulkan adalah daun menjadi keriput, berwarna kekuning-kuningan, terpuntir, dan pertumbuhan tanaman terhambat (kerdil). Ledakan hama ini akan terjadi pada musim kemarau. Tanaman yang terserang akan menjadi layu atau mati.

Pengendalian hama kutu daun persik secara terpadu dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- a. Menerapkan pola tanam tumpang sari antara kentang dan bawang daun.
- b. Memanfaatkan musuh-musuh alami hama kutu daun persik, yaitu para sitoid Aphidae (*Ischiodon scutellaris*).
- c. Memasang perangkap kutu daun persik yang berwarna kuning dan berperekat, misalnya Insect Adhesive Trap Paper (IATP).
- d. Menggunakan insektisida yang mangkus, misalnya Desic 2,5 EC, Mesurol 50 WP, atau Dicarzol 25 SP.

2. Thrips (*Thrips* sp.)

Thrips yang menyerang tanaman kentang adalah *T. palmi*, *T. tabaci*, dan *T. pallidus*. Pada umumnya, thrips dewasa berbentuk langsing, berwarna kuning sampai coklat atau hitam kecoklatan sampai hitam legam, dan berukuran kecil (0,8 mm - 1,4 mm) sehingga sulit dilihat dengan mata. Daur hidup thrips rata-rata 15 hari. Thrips berkembang biak secara kawin (seksual) dan tak kawin (aseksual), dengan perbandingan jantan dan betina pada umumnya 1 ; 6.

Thrips menyerang daun daun muda dengan cara mengisap cairan tanaman. Gejala yang ditimbulkan adalah mula-mula terjadi noda keperakan yang tidak beraturan pada daun yang terserang, kemudian noda-noda tersebut berubah menjadi coklat tembaga, dan daun mengeriting ke atas.

Pengendalian thrips secara terpadu dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- a. Mengolah tanah secara mantap, baik pencangkulan maupun pembersihan (sanitasi) lahan.

Memantau serangan thrips, apabila lahan yang terserang telah men-capai $\geq 15\%$, harus disemprot dengan insektisida.

- b. Menggunakan insektisida yang mangkus, misalnya Curacron 500 EC, Dicarzol 25 SP, atau Arrivo 30 EC.

3. Tungau Kuning (*Polyphagotarsonemus latus* Banks)

4. Tungau dewasa berukuran panjang $\pm 0,25$ mm, bertubuh halus, agak transparan (tembus pandang), berwarna hijau kekuning-kuningan, dan memiliki kaki yang langsing yang dapat bergerak dengan cepat. Tungau jantan mempunyai kaki belakang yang kuat yang digunakan untuk memegang tungau betina pada saat melakukan perkawinan, yaitu saat tungau betina berganti kulit.

Tungau teh kuning menyerang daun-daun muda. Adapun gejala serangan yang ditimbulkan adalah mula-mula permukaan bawah daun yang terserang menjadi berwarna coklat mengkilap. Kemudian daun melengkung ke bawah (seperti sendok terbalik dan kaku), pertumbuhan tanaman terhambat dan daun-daun berwarna cokelat, pucuk seperti terbakar, dan gugur. Serangan yang hebat terjadi pada musim kemarau.

Pengendalian tungau teh kuning dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan musuh alami, misalnya *Phytoseiulus persimilis* dan *Am-blyseius* sp. Selain itu, dapat digunakan insektisida-akarisisida yang mangkus, misalnya Omite 75 EC atau Tedion 75 EC.

2. Penyakit Penting/ Utama pada Kentang

1. Virus daun menggulung/ Potato Leaf Roll Virus(PLRV)
2. Gejala infeksi pada tanaman

3. Tanaman yang terserang tegak dan kaku, daun bagian bawah menggulung, warna daun lebih kuning dan kecil dibandingkan dengan daun yang normal/ sehat, umumnya tanaman kerdil;
4. Gejala infeksi pada umbi, sulit diidentifikasi secara visual;

Penularan dan penyebaran;

PLRV ditularkan oleh serangga Aphid terutama spesies *Mizus persicae*, melalui sambungan grafting dan umbi benih;

- a. Kondisi lingkungan yang mendukung untuk perkembangan PLRV adalah temperatur sedang dan cuaca kering.



A

B

Gambar 1. Gejala menguning (A) dan menggulung (b) tanaman kentang yang disebabkan PLRV (sumber: Suzanne, 2006).

1) Potato Virus X(PVX)

- 1) Gejala infeksi pada tanaman

Pada beberapa varietas tidak menunjukkan gejala atau hanya mosaik lemah tergantung strain virus, varietas dan kondisi lingkungan. Secara deskriptif pada beberapa varietas kentang menunjukkan gejala mosaik, warna daun kusam dan mengkerut, pada daun tua yang menguning tampak urat daunnya tetap hijau;

- 2) Gejala infeksi pada umbi: sulit diidentifikasi secara visual;

3) Penularan dan Penyebaran;

Potato Virus X (PVX) ditularkan melalui umbi benih, mudah menular dengan kontak mekanis (kontak antar tanaman, antar akar, antar tunas umbi, gigitan serangga dan alat mekanis);

4) Kondisi lingkungan yang mendukung PVX: gejala dipertinggi dengan kondisi suhu rendah (16-20° C) dan gejalanya masking pada suhu diatas 28 °C.



A

B

Gambar 2. Gejala mosaik yang disebabkan oleh PVX yang muncul selama fase pertumbuhan tanaman kentang (A dan B) (sumber: Suzanne, 2006).

2) Potato Virus Y (PVY)

1. Gejala infeksi pada tanaman;

Daun kecil-kecil dan pinggirannya bergelombang, permukaan daun mosaik, dan mengkerut, kadang-kadang daun lebih mengkilap;

2. Gejala infeksi pada umbi; sulit diidentifikasi secara visual;

3. Penularan dan penyebaran PVY ditularkan melalui umbi benih dan serangga Aphid;

4. Kondisi suhu tinggi, gejala mosaik dan mengkerut semakin jelas;
Tindakan Pengendalian Virus

a. Mengisolasi sumber infeksi:

Memilih lahan perbenihan yang terisolasi dari pertanaman sumber

- infeksi. Gunakan tanaman pagar (border) untuk mencegah Aphid sebagai vector virus masuk ke areal lahan penangkaran;
- b. Membersihkan tanaman voluntir disekitar areal penangkaran;
 - c. Merouging setiap tanaman terinfeksi;
 - d. Mengendalikan Aphids sebagai vector virus dan
 - e. Menggunakan benih sehat, bebas virus.

3) Penyakit Layu Bakteri

- a. Patogen penyebab; bakteri *Ralstonia solanacearum*;
- b. Gejala pada tanaman terinfeksi
- c. Tanaman layu sebagian atau secara keseluruhan dengan bagian daun yang menguning dan akhirnya mati. Fenomena layu adalah seperti kekurangan air. Bila tanaman dicabut masih terasa kokoh karena sistem perakaran tidak terganggu. Gejala lainnya ialah adanya lender putih susu (masa bakteri) yang keluar dari sekitar vas-kuler pangkal batang ketika dipijit dengan kuat;
- d. Gejala pada umbi terinfeksi;
- e. Gejala umbi yang terinfeksi ditandai adanya lengketan tanah yang menempel pada ujung stolon atau bagian mata umbi, terutama tampak jelas pada saat panen. Tanah lengket karena lendir bakteri. Bila umbi tersebut dibelah tampak diskolorasi berwarna coklat tua di sekeliling vaskuler, dengan sedikit tekanan oleh kedua jari tangan akan keluar dari sekitar vaskuler lendir berwarna putih keabu-abuan;
- f. Penularan dan penyebaran
- g. Bakteri layu ditularkan melalui tanah (*soil borne pathogen*) dan alat-alat kultur teknis sebagai penularan pasif;
- h. Kondisi lingkungan yang menguntungkan
- i. Lingkungan yang menguntungkan bagi perkembangan bakteri layu adalah pada suhu tinggi dan kelembaban tinggi. Suhu optimum 27-37° C dan perkembangan penyakit terhambat pada suhu 8°-10° C.

- j. Tindakan pengendalian
- k. Melakukan rotasi lahan yang akan di gunakan areal penangkaran, sedikitnya 3 musim tanaman.
- l. Melaksanakan bera olah, yaitu membiarkan lahan kosong tidak ditanami tetapi diolah bersih dan dibalikan agar bongkahan tanah terkena sinar matahari;
- m. Sortir umbi yang mempunyai gejala pada saat panen di lapangan sehingga tidak terbawa ke gudang;
- n. Membersihkan/ rouging tanaman terinfeksi di lapangan, buang dan bakar atau kubur pada lubang yang dalam

1) Aplikasi bakterisida yang diijinkan dipertanaman;

4) Penyakit Busuk Lunak

- a. Pathogen penyebab; bakteri *Erwinia Carotovora*,
- b. Gejala pada tanaman terinfeksi
Pangkal batang tanaman lembek, busuk berlendir dan mengeluarkan aroma bau busuk yang khas, batang keropos. Secara keseluruhan tanaman terlihat serak/ terbuka;
- c. Gejala pada umbi terinfeksi
Umbi yang terinfeksi menjadi busuk lunak bergranula. Gejala busuk tidak pada vaskulernya tergantung bagian yang diinfeksi dan mengeluarkan aroma bau busuk yang khas;
- d. Kondisi lingkungan yang menguntungkan
Lingkungan yang menguntungkan bagi perkembangan penyakit adalah tanah basah tergenang dengan kondisi anaerob. Pada umbi adalah kondisi gudang dengan kelembaban tinggi, kurang sinar, kurang oksigen. Pada kondisi kering bakteri tidak dapat seruvive. Serangan banyak terjadi karena umbi masih muda dan banyak luka;
- e. Tindakan pengendalian
 - a. Tanah diolah dengan memperhatikan aerasi dan drainase yang baik;

- b. Lakukan panen dengan baik jangan sampai banyak umbi yang luka, dan umbi yang di panen benar-benar cukup umur/ tua;
- c. Gudang tempat penyimpanan benih agar terjaga aerasi dan tidak lembab serta upayakan benih tidak terjadi benturan yang membuat luka.



A

B

Gambar 3. Gejala infeksi primer (A) dan infeksi sekunder (B) pada tanaman kentang yang disebabkan oleh PVY (sumber: Burrows dan Zitter, 2007).

5) Penyakit Kudis (*Common Scab*)

- a. Pathogen penyebab; bakteri *Streptomyces scabies*;
- b. Gejala pada tanaman terinfeksi
Secara alamiah belum dilaporkan adanya gejala infeksi pada bagian tanaman diatas permukaan tanah;
- c. Gejala pada umbi terinfeksi
Pada kulit permukaan umbi terdapat borok/kudis yang menonjol keluar, biasanya sirkuler dengan diameter 5-8 mm. Gejala mula-mula hanya bercak kecil berupa pecahan seperti bintang, kemudian berkembang meluas dan berwarna gelap;
- d. Kondisi lingkungan: penyakit kudis ini banyak menyerang pada musim kering, suhu optimum 25-30° C;
- e. Tindakan pengendalian
 - a. Rotasi tanaman akan menekan perkembangan penyakit;

- b. Hindarkan pengapuran yang dapat menaikkan pH tanah;
- c. Pertahankan kelembaban tanah selama pembentukan umbi.

6) Penyakit Busuk Daun (*Late Blight*)

- a. Pathogen penyebab : cendawan *Phytophthora infestans*;
- b. Gejala pada tanaman terinfeksi
Pada daun terdapat bercak-bercak berwarna coklat, kemudian bercak meluas hingga akhirnya daun menjadi busuk dan kering yang menggantung pada tangkainya. Di bawah permukaan daun terdapat serbuk putih yang mengandung banyak spora. Gejala infeksi terdapat pula pada bagian batang tanaman;
- c. Umbi kentang dalam tanah terinfeksi *P. Infestans* bila intensitas serangga tinggi dan kondisi lingkungan sangat menguntungkan seperti kelembaban dan curah hujan yang tinggi, spora yang ada pada daun turun terbawa air hujan melalui batang dan masuk ke tanah kontak dengan permukaan umbi. Umbi kentang yang terinfeksi permukaannya busuk berwarna violet, bila umbi dibelah vertikal tampak pinggiran daging umbi busuk berwarna violet sampai kehitaman;
- d. Penularan dan penyebaran penyakit busuk daun melalui udara (air borne disease);
- e. Kondisi lingkungan basah dan banyak angin menguntungkan untuk penyebaran spora. Suhu optimum 21° C dengan kelembaban tinggi;
- f. Tindakan pengendalian
 1. Penyemprotan dengan fungisida yang direkomendasikan untuk *P. infestans* secara teratur, sejak awal pertumbuhan sebagai tindakan pencegahan. Upayakan selama aplikasi fungisida maksimum 4 kali menggunakan yang sistemik. Untuk menghindari timbulnya daya resistensi cendawa terhadap bahan aktif suatu fungisida, dianjurkan agar aplikasinya mengikuti strategi aplikasi alternasi (alternate application) yaitu; S-K-K-K-S-K-K-S-K-K (S=fungisida sistemik; K=fungisida kontak);

2. Mencegah terciptanya iklim mikro yang membuat sekitar rumpun tanaman lembab terutama pada kondisi basah (musim hujan) dengan penjarangan jarak tanam atau penggunaan mulsa, dan atau pemangkasan daun. Pada penangkaran benih kentang pemangkasan daun dilakukan dua minggu sebelum panen untuk menghindari kontak spora *P.infestans* dengan daun;
3. Tanam varietas resisten.

7) Penyakit layu cendawan dan busuk kering pada umbi (*dry-rot*)

- a. Pathogen penyebab; cendawan *Fusarium spp*;
- b. Gejala pada tanaman;
Tanaman layu menguning yang berawal hanya sebagian daun dan tangkainya, tangkai daun merunduk (epinasti) dan menggantung pada batangnya kemudian kering dan akhirnya lepas vaskuler batang diskolorasi, terjadi kerusakan pada bagian kortek akar, stolon dan pangkal batang yang berwarna coklat;
- c. Gejala pada umbi terinfeksi
Spesies fusarium yang menyerang umbi menyebabkan gejala busuk kering. Gejala diawali dengan adanya bercak coklat kecil pada permukaan umbi, kemudian berkembang menjadi busuk cekung kering dan keriput. Pada bagian permukaan yang busuk sering tumbuh myselium yang mengandung spora. Pada saat umbi dipanen tidak terlihat gejala infeksi, tetapi setelah dalam penyimpanan kurang lebih setelah 2 minggu, gejala mulai tampak dan penyakit terus berkembang selama dalam penyimpanan. Tunas umbi yang terserang tidak bisa tumbuh menjadi tanaman.
- d. Penularan dan penyebaran
Penyakit ditularkan dan disebarkan melalui tanah, tetapi inokulum primer dari umbi yang terinfeksi;
- e. Kondisi lingkungan
Penyakit busuk kering berkembang dengan cepat pada kelembaban tinggi, suhu 15-20° C. Kelembaban tinggi dan kurangnya

oksigen di gudang akan mempercepat infeksi sekunder oleh *Erwinia carotovora* sehingga umbi terinfeksi menjadi busuk lunak dan basah serat menge-luarkan aroma bau busuk khas;

f. **Tindakan pengendalian**

- a. Tidak menanam benih yang terinfeksi;
- b. Umbi yang dipanen dan akan disimpan di gudang harus benar-benar dari tanaman yang jaringannya sudah mati;
- c. Usakan pada saat panen tidak luka pada umbi, karena perkembangan busuk kering di rangsang oleh adanya luka;
- d. Usahkan kondisi gudang tidak lembab, ventilasi dan aerasi yang baik selama umbi dalam penyimpanan;
- e. Perlakuan benih dengan penyemprotan atau perendaman dengan larutan fungisida atau dibedaki dengan tepung fungisida sebelum penyimpanan di gudang sesuai dosis anjuran;
- f. Jangan banyak menggeser atau memindahkan umbi di gudang sampai umbi siap untuk ditanam.

7) Penyakit Kangker/Kudis Lack (*Black Scurf*)

- a. Patogen penyebab; cendawan *Rhizoctonia solani*;
- b. Gejala pada tanaman;
- c. Tanaman tegak, kerdil dan roset pada bagian pucuk, pucuk daun menggulung kearah dalam dengan tepi daun ber-warna ungu. Internodia batang lebih pendek, nekrosis pada pangkal akar, stolon busuk coklat tua sampai hitam, dan timbul umbi-umbi kecil pada batang di atas permukaan tanah (*aerial tubers*);
- d. Gejala pada umbi terinfeksi
- e. Umbi yang terinfeksi bentuknya tidak beraturan (deformasi) dan pada permukaan umbi melekat kuat skletoria dari *Rhizoc-tonia* berupa noda-noda berwarna coklat tua sampai hitam yang sulit lepas;
- f. Penularan dan penyebaran
- g. *Rhizoctonia solani* di tularkan melalui tanah dan terjadi pada

areal dataran tinggi dengan suhu tanah rendah. Penyebab efektif melalui benih yang terinfeksi;

- h. Kondisi lingkungan yang optimum suhu tanah rendah, kelembaban tinggi dan suhu optimum untuk perkembangan penyakit adalah 18° C.
- i. Tindakan pengendalian:
 - a. Mengkombinasikan benih sehat bebas *Rhizoctonia* dan perlakuan benih dengan fungisida sistemik;

Perlakuan tanah dalam skala kecil dengan benomyl dapat mereduksi inoculum dalam tanah.



Gambar 4. Gejala nekrotik pada kentang yang disebabkan oleh cendawan *Pythophthora infestans* (sumber:<http://www.Plantdepom.medeteterre.org/eng/maladie 1. Htm>)

8) Nematoda Bintil Akar (*Root Knot Nematode*)

- a. Patogen penyebab; nematode *Meloidogyne spp* ;
- b. Gejala pada tanaman
- c. Gejala pada tanaman di atas permukaan tanah tergantung kepadatan populasi nematode dalam tanah, secara umum tanaman menjadi kerdil dan menguning serta cenderung layu pada cuaca panas, daun yang menguning akhirnya kering dan jatuh;
- d. Gejala pada umbi terinfeksi
- e. Pada permukaan umbi tumbuh bintil-bintil seperti jerawat yang letaknya lebih banyak disekitar lekukan calon mata tunas. Dalam

jerawat atau bintil bila dibedah terdapat *Meloidogyne* betina. Jerawat-jerawat tersebut akan pecah dan menimbulkan bekas berupa kawah-kawah kecil sehingga tampak seperti kulit yang mengelupas;

- f. Penularan melalui tanah dan di sebarakan melalui benih yang terinfeksi;
- g. Kondisi lingkungan
- h. Kondisi tanah bertekstur pasir dan kebasah-basahan (kapasitas lapang) dan suhu tanah 25-28° C meningkatkan kecepatan siklus hidup dan pergerakan nematoda dalam tanah;
- i. **Tindakan pengendalian**
 1. Rotasi tanaman dengan bukan tanaman inang *Meloidogyne spp.* Meskipun *meloidogyne* mempunyai kisaran inang luas, jagung dan kubis cukup baik sebagai tanaman rotasi;
 2. Mengosongkan lahan dengan diolah bersih;
 3. Aplikasi nematisida seperti dengan carbofuran dengan dosis sesuai anjuran bersamaan pada saat tanam. Aplikasi kedua sangat dianjurkan yaitu pada saat pengguludan per-tama; dan menggunakan benih sehat bebas dari nematoda bintil akar.



Gambar 5. Gejala bercak berwarna coklat, ungu hitam dan daging umbi coklat kemerahan (sumber: burrows dan Zitte, 2005).

9) Nematoda Sista Kuning/ NSK (Golden Cyst Nematode)

- 1) Patogen penyebab; nematode *Globodera rostochienis*;
- 2) Gejala pada tanaman

Gejala pada tanaman akan tampak pada tingkat populasi tertentu NSK didalam tanah, jika populasi NSK dalam tanah rendah gejala

sulit dibedakan dengan gejala fisiologi lainnya. Gejala serangan Nematode Sista Kuning tanaman kerdil, daun menguning terang yang berbeda dengan menguning layu fusarium, daun yang menuning sebagian menjadi kering, tanaman cenderung layu pada tengah hari. Bila tanaman dicabut akar sekunder putus-putus dan tampak pada sebagian perakaran sejumlah sista Nematoda Sista Kuning pada permukaan akar bentuk bulat (diameter 0,4-0,5 mm) warna kuning emas sampai coklat. Tanaman yang terserang umbinya sedikit dan kecil, stolon pendek sehingga umbi seperti nempel/ lengket pada pangkal akar. Pada tanah sekitar perakaran banyak di temukan sista yang lepas dari perakaran;

3) Gejala pada umbi

Pada umbi tidak tampak gejala, bila tingkat populasi Nematoda Sista Kuning atau intensitas serangannya berat, Nematoda Sista Kuning dapat terbawa benih ikut pada kotoran atau tanah yang melekat pada permukaan umbi atau berada pada lekukan mata umbi;

4) Penularan dan penyebaran

Nematoda Sista Kuning menular secara pasif, yaitu melalui umbi benih, tanah yang terbawa oleh alat-alat pertanian, kendaraan, sepatu dan angin;

5) Kondisi lingkungan

Nematoda Sista Kuning menghendaki suhu tanah dingin. Pada suhu tanah 10 °C dan kelembaban antara 50-75 % larva Nematoda Sista Kuning akan aktif dan serangan maksimum pada akar terjadi pada suhu 16°C. Perkembangan Nematoda Sista Kuning dipengaruhi oleh senyawa kimia yang dikeluarkan oleh akar (eksudat akar) inang yang baik. Pada kondisi stres seperti tanah kering dan suhu ekstrim Nematoda Sista Kuning dapat bertahan dengan membentuk sista. Nematoda Sista Kuning dalam bentuk sista dapat bertahan 15-20 tahun tanpa inang. Bila ada tanaman inang kembali maka telur dalam sista akan terangsang oleh

eksudat akar untuk menetas dan keluar larva Juvenil 2 (J2) yang infeksi menyerang akar;

6) Tindakan pengendalian

Belum ada sistem atau cara pengendalian yang direkomendasikan efektif untuk Nematoda Sista Kuning, semua cara pengendalian diasumsikan dengan cara pengendalian untuk nematoda bintil akar.

BAB V

PEDOMAN PERBENIHAN KENTANG

Menurut Direktorat Perbenihan dan Sarana Produksi Direktorat Jenderal Hortikultura, yang berpedoman pada Kepmen Menteri Pertanian No.388/Kpts/OT.160/6/2004 tentang Tim Penilai dan Pelepasan Varietas (TP2V), dan Peraturan Menteri Pertanian No. 40/Permentan/OT.I/82006 tentang Pedoman Perbenihan Kentang. Sistem perbanyak benih kentang dan prosedur Sertifikasi benih kentang adalah sebagai berikut:

1. Sistem Perbanyak Benih Kentang

a. Pola Perbanyak Benih

Pola Perbanyak Benih Kentang bermutu dan bersertifikat perbanyak benih kentang bermutu dan bersertifikat mengikuti pola satu generasi sebagai berikut:

Perbanyak benih kentang dimulai dengan pengadaan benih induk berupa plantlet, umbi mini/ microtuber, atau stek perbanyakannya melalui teknik kultur jaringan. Benih induk berasal dari sel tanaman atau jaringan tanaman (meristem) yang bebas virus dan diambil dari bagian tanaman tertentu, yaitu meristem pucuk, tunas umbi, pucuk tanaman atau dari umbi mini yang bebas virus hasil penanaman secara kultur jaringan.

Kemudian dari setiap benih induk akan di dapat benih turunan berupa benih penjenis (G0), dimana, hasil perbanyak dari benih kentang kelas G0 menjadi benih perbanyak melalui teknik kultur jaringan. Benih iduk berasal dari tanaman atau jaringan tanaman (meristem) yang bebas terhadap virus dan diambil bagian tanaman tertentu, yaitu meristem pucuk, tunas umbi, pucuk tanaman, atau umbi mini hasil kultur jaringan.

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

Kemudian setiap benih induk akan didapat benih berupa penjenis (G0), dimana hasil perbanyakan dari benih kentang kelas G0 menjadi benih dasar G1 menjadi benih kentang kelas G2 (benih dasar-2) benih kelas G2 menjadi kelas G3 (benih pokok) dan kelas G3 menjadi kelas G4 (benih sebar) yang diperbanyak untuk kebutuhan konsumsi.

Perbanyakan benih kentang G0 dengan teknik kultur jaringan dilakukan di laboratorium dan rumah kaca A, sedangkan perbanyakan kentang G1 di rumah kaca B yang keduanya tetap mendapatkan pengawasan dengan ketat agar bebas virus dan patogen lainnya. Kemudian perbanyakan kentang G1, G3, G4 dilakukan di lapangan dengan tetap menjaga bebas virus dengan patogen lainnya.

Secara rinci dari setiap benih, dijelaskan sebagai berikut:

1. Umbi Induk

Umbi induk diperbanyak dengan teknik kultur jaringan berasal dari varietas yang sudah dilepas menteri Pertanian dan berasal atau mendapat rekomendasi dari instansi penyelenggara pemuliaan sehingga dijamin kebenaran varietasnya.

2. Benih kentang kelas G0 (Benih Penjenis)

- a. Benih merupakan kentang kelas G0 (benih penjenis) merupakan generasi ke nol berupa planlet, umbi mikro, stek, dan umbi mini yang berasal dari hasil perbanyakan kultur jaringan,
- b. Benih kentang kelas G0 berupa planlet dan umbi mikro diperbanyak di laboratorium dengan kondisi terkontrol dan aseptik serta harus bebas patogen melalui pengujian uji laboratorium,
- c. Perbanyakan benih G0 berupa stek dan umbi mini harus dilakukan di rumah kaca kedap serangga. Pada media steril yang tidak kontak langsung dengan dasar tanah

3. Benih kentang kelas G1 (Benih Dasar-1)

Benih kentang kelas G1 atau Benih Dasar-1 merupakan generasi pertama dalam bentuk umbi dan diproduksi dari G0 umbi mini yang ditanam langsung pada tanah steril di dalam rumah kaca kedap serangga. Benih G1 harus bebas virus melalui pengujian

laboratorium dan memenuhi standar maksimum patogen lainnya yang telah memenuhi persyaratan mutu benih kentang kelas G1

4. Benih kentang kelas G2 (Benih Dasar-2)

Benih kentang kelas G2 atau Benih Dasar-2 merupakan generasi kedua berupa umbi, diproduksi dari benih kentang G1 atau dari kelas benih di atasnya, dilaksanakan di lapangan yang telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

5. Benih kentang kelas G3 (Benih Pokok)

Benih kentang kelas G3 atau Benih Pokok merupakan generasi ketiga berupa umbi, diproduksi dari benih kentang kelas G2 atau dari kelas di atasnya, dilaksanakan di lapangan yang telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

6. Benih kentang kelas G4 (Benih Pokok)

Benih kentang kelas G4 atau Benih Sebar, merupakan generasi terakhir berupa umbi, ke 4 dal diproduksi dari benih kentang kelas G3 atau kelas di atasnya, dilaksanakan di lapangan yang telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

b. Legislasi Produksi Kelas Benih

1. Pengaturan Pengawasan

- a. Benih kentaang G0 merupakan benih penjenis, di produksi dan diawasi langsung oleh institusi penyelenggara pemuliaan.
- b. Benih kentang G1, G2, G3, G4 merupakan benih bersertifikat, diproduksi oleh produsen penangkar benih, berupa perorangan, kelompok, koperasi, lembaga pemerintah, lembaga hukum, swasta, yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pelkasana pengawasan dan sertifikasi benih (BPSB) atau lembaga penyelenggara serifikat lainnya.
- c. Produsen penangkar benih yang akan memproduksi benih kelas G1 bersertifikat di rumah kasa, harus memiliki benih sumber kelas lebih tinggi dari kelas benih yang akan diproduksi, memilki/ menguasai teknologi perbanyakan benih, di rumah kasa dengan persyaratan

tertentu, memiliki kelengkapan dan penyimpanan gudang untuk pemeliharaan, memiliki pengetahuan tentang perbenihan yang baik serta ketentuan yang berlaku dalam perbenihan.

- d. Produsen/ penangkar benih yang akan memproduksi benih kelas G2, G3, G4 bersertifikat di lapangan harus memiliki benih sumber lebih tinggi dari kelas benih yang akan di produksi, memiliki/ menguasai lahan lahan dengan persyaratan tertentu, memiliki/ menguasai gudang dan dan kelengkapan lainnya untuk pemeliharaan benih, memiliki pengetahuan tentang perbenihan kentang dan harus mengikuti ketentuan yang berlaku

2. Delegasi Legislasi

- a. Produsen/ penangkar dan/ atau pelaku perbenihan lainnya yang telah memiliki sumber daya manusia terlatih, memiliki fasilitas produksi dan sarana pengujian laboratorium yang memadai, dapat memproduksi benih kentang kelas G0 (Benih Penjenis) dengan delegasi legislasi dari institut atau lembaga pemulia penyelenggara/ lembaga pemulia penyelenggara/ penghasil varietas yang akan diproduksi
- b. Dengan adanya delegasi legislasi tersebut, label/ keterangan/ rekomendasi mutu yang menyertai benih kentang kelas G0 dibuat oleh produsen bersangkutan.
- c. Pemulia atau lembaganya setelah pendelegasian legislasi atas produksi benih kentang kelas G0, berwenang untuk melakukan supervisi dan mengambil tindakan yang diperlukan apabila proses produksi dan hasil benih kentang kelas G0 tidak sesuai dengan persyaratan yang telah di tetapkan.

3. Akreditasi Kelembagaan Perbenihan

- a. Untuk meningkatkan kompetensi setiap lembaga perbenihan, memberikan kepercayaan kepada kepada masyarakat dan lembaga perbenihan, baik unsur produksi maupun unsur pengawasan mutu

- untuk mempunyai sistem manajemen mutu dan kompetensi teknis sesuai bidang dan ruang lingkup kegiatan yang akan diakreditasi
- b. Proses akreditasi diajukan melalui permohonan kepada Komite Akreditasi Nasional (KAN) dan Badan Standarisasi Nasional (BAN)
 - c. Untuk akreditasi, setiap lembaga perbenihan mempersiapkan persyaratan yang ditetapkan Komite Akreditasi Nasional (KAN)

4. Pengawasan dan Sertifikasi Benih

- a. Benih kentang yang dipasarkan dan diedarkan harus melalui sistem sertifikasi serta memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Mutu benih mencakup kebenaran varietas dan kesehatan benih
- b. Sistem sertifikasi benih kentang yang dilaksanakan meliputi
 - 1) pemeriksaan kebenaran benih sumber dan persyaratan lokasi yang dijadikan areal untuk produksi benih,
 - 2) Pemeriksaan pertanaman pada fase-fase pertumbuhan sampai pemeriksaan umbi pasca panen di gudang,
 - 3) Pengujian laboratorium untuk keperluan diagnosa, dan
 - 1) Pemasangan atau supervisi pelabelan
- c. Standar mutu benih kentang berdasarkan angka toleransi yang harus dipenuhi dari komponen campuran varietas lain, kandungan penyakit dari virus, bakteri, cendawan, nematoda, dan kerusakan oleh serangan hama dan kerusakan mekanis.
- d. Setiap benih kentang yang telah lulus pemeriksaan, baik pemeriksaan lapangan maupun pemeriksaan umbi dibuatkan laporan hasil pemeriksaan dan diterbitkan sertifikasi/ label disampaikan kepada produsen bersangkutan
- e. Benih yang telah lulus dan bersertifikat sebelum diedarkan harus dipasangkan label pada setiap kemasan. Label dibedakan dalam warna sesuai kelas benih.
 - 1) Benih Dasar (benih kentang G1 dan G2 warna label Putih),
 - 2) Benih Pokok (benih kentang kelas G3) warna label ungu.
 - 3) Benih Sebar (benih kentang kelas G4) warna label biru.

- f. Sertifikasi dilaksanakan oleh lembaga pemerintah dalam hal ini Balai Pengawasan dan Sertifikasih Benih (BPSB) dan lembaga pelaksana sertifikasi lainnya.
- g. lembaga perbenihan dapat melaksanakan sertifikasi sendiri terhadap benih yang di produksi setelah melalui *assesmen* dari Lembaga Sertifikasi Sistim Mutu (LSSM). Pengajuan permohonan dan produser serta persyaratan untuk assesmen ditetapkan oleh LSSM.

c. Prosedur Sertifikasi Benih Kentang

1). Permohonan Sertifikasi

- a. Pemeriksaan untuk sertifikasi benih dilakukan atas dasar permohonan dari produsen/ penangkar selaku pemohon yang mengajukan sertifikasi Benih dan atau lembaga penyeleenggara sertifikasi lainnya.
- b. Satu permohonan hanya berlaku untuk satu varietas dan satu unit sertifikasi.
- c. Pemohon selaku produsen/penangkar dapat sebagai perorangan, kelompok, koperasi, lembaga pemerintah, lembaga berbadan hukum, swasta dan lembaga lainnya yang memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan untuk memproduksi kelas benih bersertifikat.

1. Lingkup Pemeriksaan

- a. Kelas benih yang Diperiksa
Kelas benih yang diperiksa adalah Benih Dasar (G1 dan G2), Benih Pokok (G3) dan Benih Sebar (G4)
- b. Pemeriksaan yang harus dilaksanakan terhadap benih sumber yang akan ditanam dan calon areal lahan yang akan digunakan, pemeriksaan tanaman dilapangan selama fase pertumbuhan dan pemeriksaan umbi digudang setelah panen.

2. Prosedur Pemeriksaan

1. Pemeriksaan Pendahuluan

- a. Waktu Pemeriksaan. Dilaksanakan setelah benih sumber diterima dan pemeriksaan dilakukan sebelum tanam;
- b. Target dan Metoda Pemeriksaan. Pemeriksaan dilakukan untuk setiap unit areal lahan sesuai yang diajukan pemohon. Pemeriksaan dilakukan berdasarkan pada hal-hal sebagai berikut: Kebenaran benih sumber yang digunakan; Areal lahan yang akan digunakan, terisolasi dari tanaman konsumsi disekitarnya minimal berjarak 10 meter, tidak ditanami kentang atau tanaman sefamilinya untuk 3 (tiga) musim tanam sebelumnya. Areal lahan bebas dari Nematoda Sista Kuning; dan rumah kaca yang akan digunakan untuk perbanyak benih kentang kelas G1, harus kedap serangga.

2. Pemeriksaan Lapangan

- a. Waktu Pemeriksaan: Pemeriksaan pertama dilaksanakan pada umur tanaman 30-40 hari setelah tanam; Pemeriksaan kedua dilaksanakan pada umur tanaman 40-50 hari setelah tanam; dan Pemeriksaan ketiga dilaksanakan pada umur tanaman 50-70 hari setelah tanam,
- b. Target dan Metoda Pemeriksaan.

Pemeriksaan dilakukan untuk setiap unit areal pertanaman berdasarkan pada hal-hal sebagai berikut:

- 1). Pemeriksaan areal lahan pertanaman terisolasi minimal 10 meter dari lahan konsumsi;
- 2). Infeksi virus, bakteri, cendawan dan Nematoda Sista kuning pada pertanaman dan campuran varietas lain dilakukan pada saat yang sama;
- 3). Pemeriksaan dilakukan pada minimal 1000 tanaman secara acak untuk setiap unit areal penangkaran. Untuk pemeriksaan benih kentang kelas G1 di rumah kaca dilakukan terhadap seluruh tanaman;

- 4). Jumlah tanaman yang terinfeksi oleh virus, bakteri, cendawan dan jumlah campuran varietas lain yang ada dalam pertanaman harus memenuhi standar pemeriksaan yang ditentukan;
- 5) Pemeriksaan ulang hanya diberikan 1 (satu) kali kesempatan, dilaksanakan sebelum pemeriksaan fase berikutnya;
- 6). Jenis penyakit yang diperiksa dan standar pemeriksaan untuk setiap kelas benih sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Standar Pemeriksaan Lapangan

No	Faktor	Benih Penjenis (G1)	Benih Dasar (G2)	Benih Pokok (G3)	Benih Sebar (G4)
	Isolasi (min)	-	10 m	10 m	10 m
	Campuran varietas lain (max)	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%
	Virus (PLRV, PVS, PVX, PVY) (max)	0,0%	0,1%	0,5%	2,0%
	Layu bakteri (<i>Ralstonia solanacearum</i>) (max)	0,1%	0,5%	01,0%	1,0%
	Busuk daun(<i>Photophthora Infestans</i>) dan penyakit lain serangan berat (max)	2,0%	10,0%	10,0%	10,0%
	Nematoda Sista kuning (<i>Globoderarostochiensis</i>)	-	0,0%	0,0%	0,0%

Sumber: PPK, 2008

- Apabila pengelolaan lapangan tidak baik, seperti banyak volunter, gulma yang menjadi sumber penyakit, dan aphid sebagai vektor virus yang tidak dikendalikan, maka lapangan ditolak untuk dilanjutkan pemeriksaan.
- Jika pemeriksaan tidak memungkinkan untuk dilaksanakan karena kerusakan mekanis pada daun, kerusakan berat oleh serangga dan atau pertumbuhan yang merana, maka lapangan ditolak untuk dilanjutkan pemeriksaan.
- Apabila pengelolaan rumah kaca tidak baik seperti kondisi kaca atau bangunan yang menyebabkan serangga masuk dan atau ditemukan aphid, sterilisasi media/ tanah kurang baik sehingga

banyak gulma dan kemungkinan masih muncul penyakit tular tanah, maka pemeriksaan ditolak untuk dilanjutkan.

3. Pemeriksaan Umbi di Gudang

a. Waktu pemeriksaan

Pemeriksaan dilakukan setelah sortasi, pembuatan lot/ kelompok benih dan mulai pecah dormansi.

b. Target dan Metoda Pemeriksaan

- 1) Pemeriksaan dilakukan terhadap lot/ kelompok umbi yang berasal dari unit lapangan yang telah lulus pemeriksaan;
- 2) Pemeriksaan dilakukan terhadap umbi yang terinfeksi bakteri, cendawan, nematoda bintil akar, nematoda sista kuning, umbi rusak karena serangan hama penggerek umbi rusak, oleh mekanis dan serangga atau binatang kecil serta varietas lain yang tercampur;
- 3) Pemeriksaan dilakukan pada minimal 1000 knol umbi yang diambil secara acak dari kelompok/ lot umbi. 1 (satu) lot maksimal 15 ton;
- 4) Pemeriksaan ulang dapat dilaksanakan satu minggu setelah pemeriksaan utama;
- 5) Jenis penyakit yang diperiksa dan standar pemeriksaan untuk setiap kelas benih sebagaimana tercantum dalam Tabel 2

3. Penertiban Sertifikat

- a. Sertifikat dikeluarkan untuk setiap lot/ kelompok benih setelah lulus pemeriksaan dan memenuhi syarat untuk diedarkan.
- b. Sertifikasi harus berisi minimal menerangkan identitas benih antara lain varietas, kelas benih dan volume benih, nama dan alamat produsen/ penangkar benih, tanggal panen.
- c. Sertifikat disampaikan langsung kepada produsen penangkar benih.

4. Pelabelan

- a. Kelompok benih yang telah lulus sertifikasi harus segera dipasang label pada setiap kemasan sebelum diedarkan.
- b. Label warna dibedakan berdasarkan kelas benih:
 - Warna putih untuk kelas benih Dasar (G1 dan G2)
 - Warna ungu untuk kelas benih Pokok (G3)
 - Warna biru untuk kelas benih Sebar (G4)

Tabel 2. Standar Pemeriksaan umbi

No	Faktor	Benih Penjenis (G1)	Benih Dasar (G2)	Benih Pokok (G3)	Benih Sebar (G4)
	Busuk coklat (<i>Ralstonia solanacearum</i>) dan busuk lunak (<i>Erwinia corotovora</i>) (max)	0,0%	0,3%	0,5%	0,5%
	Kudis (<i>Streptomyces scabies</i>) Powdery scab (<i>spongospora subterania</i>), dan Hawar ubi (<i>Phytophthora infestans</i>) (kecuali infeksi ringan) (max)	0,5%	3,0%	5,0%	5,0%
	Busuk kering (<i>Fusarium spp.</i>) (max)	0,1%	1,0%	3,0%	3,0%
	Kerusakan oleh penggerek ubi (<i>Phthorimaea operculella</i>) (max)	0,5%	3,0%	5,0%	5,0%
	Nematoda sista kuning (<i>Globodera rostochiensis</i>)	-	0,0%	0,0%	0,0%
	Nematoda bintil akar (<i>Meloidogyne spp.</i> (infeksi ringan) (max)	0,5%	3,0%	5,0%	5,0%
	Campuran varietas lain (max)	0,0%	0,0%	0,1 %	0,5%
	Kerusakan mekanis, serangga, binatang/ hewan kecil (kecuali infeksi ringan) (max)	0,5%	3,9%	5,9%	5,0%

Sumber: PPK, 2008

- c. Label berisi minimal nomor seri label, lot/kelompok benih, nama dan alamat produsen/penangkar, jeni tanaman, varietas, berat

bersih, ukuran umbi, tanggal panen dan tanggal pemasangan label.

- d. Label yang telah diisi dengan lengkap dan benar harus dilegalisasi oleh Balai pengawasan Sertifikasi Benih atau instansi sertifikasi lainnya.
- e. Label harus dipasang pada setiap kemasan dengan benar dengan pengawasan petugas Balai pengawasan dan Sertifikasi Benih atau instansi sertifikasi lainnya. Petugas melakukan supervisi dalam pemasangan label.

2 Perbanyak Benih Kentang Kelas G0 (Benih Penjenis) Di Laboratorium dan Rumah Kasa

Produksi benih kentang kelas G0 meliputi, penyediaan tanaman *in vitro*/ planlet secara aseptik melalui kultur jaringan di laboratorium kultur jaringan, dan/ atau umbi mikro secara aseptik di laboratorium kultur jaringan, stek dan umbi mini yang diproduksi di rumah kasa kedap serangga.

Prosedur Produksi Benih

1. Perbanyak Benih Kentang kelas G0 di laboratorium Kultur Jaringan;

a. Tempat Perbanyak Tanaman dan Media Tanam

- 1) Laboratorium Kultur Jaringan. Perbanyak benih tanaman kentang secara *in vitro* harus dilaksanakan di dalam bangunan dengan seperangkat standar peralatan yang aseptik, ruang stock, ruang transfer dan ruang dapur serta memiliki ruangan untuk pengujian penyakit utama, Sumber Daya Manusia yang terlatih dan komponen serta fasilitas listrik dan sumber air bersih.
- 2). Media tanam. Merupakan macam-macam bahan kimia yang digunakan untuk perbanyak kultur jaringan dengan media agar MS (Murashige & Skoong media),

- 3). Unit perbanyak. Satu unit perbanyak in vitro dalam kultur jaringan merupakan populasi dari satu varietas dalam satu tempat atau lebih

b. Benih Sumber

Benih sumber yang ditanam merupakan benih penjenis (benih inti). Kebenaran benih sumber inti harus dijamin kebenaran va-retas, dapat berupa benih umbi dengan keterangan atau rekomendasi dari instansi penyelenggara pemulia yang terpasang pada kemasan,

c. Penanaman

- 1) Siapkan umbi kentang yang telah bertunas +1-2cm,
- 2) Mengeliminasi/eradikasi penyakit sistemik terutama virus-virus penting dari umbi kentang sebagai bahan benih inti yang akan diambil meristemnya, dan tunas siap diambil jaringan meristemnya,
- 3) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan,
- 4) Jaringan meristem ditanam pada tabung yang berisi media agar Murashige & Skoog, tutup rapat diatas nyala api
- 5) Simpan di ruang gelap selama 1 minggu, kemudian dipindahkan pada inkubator/ ruang kultur bersuhu 20°- 25°C. Meristem akan tumbuh antara 3 bulan-1 tahun,
- 6) Stek mikro yang telah berumur 3-4 minggu dapat diperbanyak dengan cara memotong setiap buku, ditanam pada media agar MS pada botol kultur berisis 10 stek. Simpan di ruang gelap selama 1 minggu, kemudian pindahkan pada inkubator atau ruang kultur bersuhu 20-25°C. Meristem akan tumbuh antara 3 bulan sampai 1 tahun, dan
- 7) Stek mikro dapat digunakan sebagai benih sumber palnlet/ tanaman invitro berumur 3 bulan.

d. Sertifikasi

- 1) Dalam memproduksi benih in vitro dilakukan paling sedikit Dilakukan dua kali pemeriksaan persiapan tanaman yang memenuhi persyaratan Laboratorium, pemeriksaan,
- 2) Bagian yang diamati adalah penyakit sistemik terutama virus (PLRV,PVS,PVX dan PVY) dengan uji serologi/ Elisa/ tanaman indikator/ uji sidik jari pada tanaman berumur 5 sampai dengan 6 minggu setelah penanaman, tipe pertumbuhan meliputi warna batang, warna daun, dan bentuk daun, tanaman menyimpan secara visual,
- 3) Apabila dilanjutkan dengan produksi umbi mikro, dilaksanakan pemeriksaan menyeleksi umbi mikro yang sehat/ tidak rusak umbinya/ kesehatan benih, kemurnian varietas, tingkat fisiologis benih (khusus benih yang sudah tumbuh tunasnya),
- 4) Surat keterangan/ rekomendasi yang dikeluarkan oleh instansi penyelenggara pemuliaan dan terpasang pada planlet/ umbi mikro yang dihasilkan.

e. Kualifikasih Benih

Pertanaman planlet/ tanaman in vitro memiliki standar virus 0%, penyakit (layu bakteri dan serangan penyakit lainnya) 0%, serangan hama utama (mites, aphids, leaf miner, Phthorimeae perculella, dll) 0%. Tipe simpang/ off type (efek dari perbanyakan in vitro) 0% dan Nematoda Sista Kuning 0%.

d. Pelabelan

Benih in vitro/umbi mikro yang telah lulus dan bersertifikasi diberi Surat Keterangan atau rekomendasi yang dikeluarkan oleh penyelenggara pemuliaan dengan diberikan lampiran pada planlet/ umbi mikro yang dihasilkan.

3 Perbanyak Benih Kentang Kelas G0 (Benih Umbi) di Rumah Kasa Kedap Serangga

a. Tempat Perbanyak dan Media Tanam

- **Rumah kasa kedap serangga/ Screen house/ Pipe house:** Perbanyak ini dilakukan didalam rumah kasa untuk pertumbuhan tanaman dengan lingkungan yang terkontrol sehingga Aphid sebagai vektor virus penting sehingga tidak dapat masuk dan mengkontaminasi pertanaman di dalam Rumah kasa. Rumah kasa dilengkapi dengan fasilitas listrik, jaringan pipa, sumber air bersih, Sumber Daya Manusia yang terlatih dan kompeten, seed bed sebagai tempat menanam stek/ umbi mini yang tidak menyentuh langsung permukaan tanah dan bagian atap rumah kasa tertutup.
- **Media tanaman.** Media tanaman merupakan tanah dan pupuk kandang yang di sterilkan. Pupuk kandang yang sudah masak dipilah dan disterilkan untuk membunuh patogen dalam tanah dan pupuk kandang.
- **Unit Perbanyak.** Satu unit perbanyak benih kentang kelas G0 merupakan poulasi tanaman dari satu varietas dalam satu lebih rumah kasa kedap serangga.

b. Benih sumber

Benih sumber yang ditanam merupakan benih penjenis (plantlet/ umbi mikro/ stek. Kebenaran benih sumber plantlet/ umbi mikro (G0) harus dijamin dengan surat keterangan atau rekomendasi dari Instansi Lembaga Penyelenggara Pemulia yang terpasang pada kemasan.

c. Penanaman

- Siapkan plantlet/ stek umbi/ mikro umbi yang telah bertunas 1-2 cm,
- Siapkan media tanam yang disterilkan,
- Cuci rumah kasa kedap serangga dan tempat persemaian benih dengan air bersih,
- Siapkan alat dan bahan,

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

- Semprotkan pestisida sesuai anjuran pada rumah kaca,
- Masukkan media steril kedalam tempat persemaian benih sampai penuh,
- Dosis pupuk kandang sebanyak 20 ton/ hektar,
- Dosis standar pupuk buatan Nadalah 84kg/ha, P_2O_5 adalah 270 kg, K_2O 120 kg dicampur dan diaduk lalu ditaburkan pada garitan 3-7 hari sebelum tanam,
- Tanam planlet yang sudah bertunas sekitr 1-2 cm dengan jarak tanam 10 x 8 cm dan kedalaman 10 cm. Kemudian dinaungi dengan kain kasa warna hitam mulai saat tanam sampai dengan berumur 30 hari, kelembaban udara dipertahankan sekitar 80%, penyiraman cukup basah pada media tanam.

d. Pemeliharaan

- Satu bulan seblum tanam kentang kelas G0 disimpan di gudang yang cukup aerase untuk penanganan pertunasan umbi. Umbi ini mini ditempatkan ke dlam krat benih kira-kira tiga lapis,
- Rumah kaca kedap serangga dan pasang lampu neon (TL) 10 watt, mulai saat tanam sampai tunas umbi merata (tanaman berumur sekitar 30 hari). Dipasang alat pengukur suhu dan kelembaban udara, digantung ditengah-tengah ruangan
- Pengairan dilakukan 2-3 kali seminggu,
- Penyulaman stek yang mati, tanaman tidak sehat atau tidak normal dilakukan 1 minggu setelah tanam,
- Penyulaman stek yang mati, tanam tidak sehat atau tidak normal dilakukan 1 minggu setelah tanam,
- Pencegahan serangan hama dan penyakit di dalam rumah kaca dilakukan seminggu sekali mulai tanaman berumur 2-4 minggu dan tanaman berumur 30-70 hari penyemprotan cukup 2 kali seminggu. Gunakan jenis dan dosis pestisida sesuai petunjuk dan rekomendasi peruntukannya,
- Pembumbunan dilakukan satu bulan setelah tanam dengan ketinggian 10 cm,

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

- Roguing: pengamatan terus dilakukan, tanaman yang ter-infeksi OPT, campuran varietas lain atau yang menyimpang
- Tanaman harus selalu terjaga dari virus PLRV, PVY, PVX, PVS dan harus dilakukan indexing virus di laboratorium pada tanaman berumur 30 hari setelah tanam,
- Semua petugas harus menjaga kondisi di dalam rumah kaca agar ruangan agar tidak terkontaminasi dari laur.

e. Pemeriksaan batang

Pemangkasan batang dilakukan 7-10 hri sebelum panen agar kulit umbi menjadi kuat, untuk mengendalikan atau mencegah penyakit yang ada di bagian batang dan daun tidak sampai turun ke umbi.

f. Panen

Panen percobaan:

- Panen percobaan dapat dilakukan lebih dari satu kali, dimulai dari tanaman berumur 60 hari setelah tanam,
- Panen percobaan untuk mengetahui waktu panen yang tepat dan ukuran benih yang dicapai.

Panen:

- Waktu panen dilakukan setelah umbi cukup tua, pertumbuhan tanaman sudah terhenti, 80%, daun sudah menguning dan kering, serta kulit umbi tidak mengelupas,
- Media tanam digemburkan dengan sekop secara hati-hati supaya umbi tidak terluka, kemudian umbi diambil ke atas permukaan dan ditempatkan ke dalam bok benih/ keranjang benih,
- Benih yang dipanen, disimpandi gudang selama selama 2 minggu untuk memudahkan kotoran lepas dari umbi dan memudahkan mengidentifikasi adanya kontaminasi dari tanah.

Penyimpangan dan Pemeliharaan Benih di Gudang

1. Persyaratan gudang benih kentang meliputi cukup cahaya, ada ventilasi, kedap serangga, dan gudang benih sebelum digunakan dibersihkan terlebih dahulu dan disemprot dengan pestisida serta mempunyai box benih/keranjang benih,
2. Seleksi umbi dan kelompok benih berdasarkan ukuran benih sebagai berikut:
 - SS = < 10 gram
 - S = 10 – 30 gram
 - M = 30 – 60 gram
 - L1 = 60 – 120 gram
 - L2 = 90-120 gram
 - LL = > 120 gram
3. Benih di dalam box dengan cara perlakuan pencelupan larutan pestisida selama 15-20 detik, kemudian dikeringkan dan selanjutnya penaburan pestisida sesuai anjuran,
4. Benih disimpan ke dalam gudang dan ditutup dengan kelambu kain kasa selama 3 - 5 bulan sampai dengan tumbuh tunas,
5. Penyimpanan benih kentang dapat dilakukan pada tempat pendingin dengan pengaturan suhu konstan 3°C selama 7-12 bulan.

g. Sertifikasi

- a. Dalam memproduksi benih G0 di dalam rumah kaca, dilakukan paling sedikit 3 kali pemeriksaan yaitu meliputi persiapan tanam, pemeriksaan tanaman dan menjelang panen. Serta pengamatan kebersihan tanaman/ bebas virus sistemik (PLRV, PVX,PVS, PVY) dengan uji serologi, uji sidik jari, uji Elisa. Serta pemeriksaan benih umbi di gudang terhadap kemurnian varietas, kesehatan benih, kualitas dan fisiologi.
- b. Surat keterangan rekomendasi yang dikeluarkan oleh instansi penyelenggara pemuliaan, terpasang pada benih umbi kelas G0 yang dihasilkan.

h. Kualifikasih Benih

Penanaman benih kentang G0 (benih umbi) di rumah kaca kedap serangga/ screen house/ memiliki standar virus 0% penyakit (lyu abkteri dll) 0%, serangga hama utama (mites, aphids, leaf miner dll) 0%, tipe simpang/ off type (efek dari perbanyak in vitro) 0%, dan NSK 0%.

i. Pelabelan

Benih kentang kelas G0 yng telah lulus dan bersertifikasi diberikan surat rekomendasi yng dikeluarkan oleh instansi atau pihak penyelenggara pemuliaan dan terpasang pada label kemasan umbi yang di keluarkan.

3. Perbanyak Benih Kentang Kelas Gi (Benih Dasar-1) Ruang Lingkup

Perbanyak benih kentang kelas G1 (Benih Dasar-1) ini meliputi tempat perbanyak dan media tanam, benih sumber, penanaman, pemeliharaan, pemangkasan, panen, sertifikasi, kualifikasi benih dan pelabelan.

a Tempat perbanyak dan media tanam

1. Rumah kaca

- a. Perbanyak benih kentang kelas Dasar G1 dilakukan di dalam rumah kaca kedap serangga, sehingga Aphid sebagai vektor virus penting tidak dapat masuk dan mengkontaminasi pertanaman di dalam rumah kaca;
- b. Rumah kaca bagian atas ditutup.

2. Media tanam

- a. Media tanam merupakan tanah dan pupuk kandang yang disterilkan. Pupuk kandang harus dipilih yang sudah masak dan disterilkan di luar rumah kaca;

- b. Metode sterilisasi yang digunakan harus dipilih yang efektif dapat membunuh patogen dalam tanah dan pupuk kandang;
- c. Unit perbanyakan;

Satu unit perbanyakan benih kentang G1 merupakan populasi tanaman dari satu varietas dalam satu atau lebih rumah kaca.

b. Benih Sumber

Benih sumber yang ditanam merupakan Benih penjenis G0. Kebenaran benih sumber G0 harus dijamin dengan label keterangan atau rekomendasi dari Instansi Penyelenggara Pemuliaan.

c. Penanaman

- a. Benih yang ditanam dipilih benih yang sehat, tidak ada infeksi maupun luka akibat serangga atau luka mekanis dan benih yang sudah keluar tunas 0,5 cm;
- b. Benih ditanam pada garitan-garitan yang dibuat memanjang dengan ke dalaman 15 cm, jarak tanam dan jarak antar barisan (garitan) disesuaikan dengan luas efektif rumah kaca yang akan ditanami dan ukuran benih;
- c. Pupuk kandang steril ditaburkan ke dalam setiap garitan Dosis pupuk kandang yang digunakan sebanyak 20 ton/ hektar;
- d. Pupuk buatan dosis standar N adalah 84 Kg/ ha, P_2O_5 adalah 270 Kg/ ha dan K_2O adalah 120 Kg/ hektar dicampur dan diaduk rata kemudian taburkan pada garitan di atas pupuk kandang.
- e. Letakkan setiap benih dalam jarak yang sudah ditentukan di atas pupuk yang diberi alas tanah untuk menghindarkan kontak langsung benih dengan pupuk buatan, kemudian ditimbun dengan tanah dalam bentuk guludan dan kecil.

d. Pemeliharaan

- a. Bila benih telah tumbuh lebih dari 75%, dilakukan penyiangan, pengemburan tanah dan pengguludan pertama, satu sampai dua

minggu setelah pengguludan pertama, dilakukan pengguludan kedua;

- b. Penyemprotan dengan pestisida sebagai tindakan pencegahan serangan hama dan penyakit di dalam rumah kaca, dilakukan seminggu sekali pada saat umur tanaman dua minggu sampai satu bulan, dan pada tanaman berumur 30-70 hari. Penyemprotan cukup dua kali seminggu. Gunakan jenis dan dosis pestisida sesuai petunjuk dan rekomendasi peruntukannya;
- c. Tanaman harus selalu terjaga dari kontaminasi virus, dan harus dilakukan indeksing virus PLRV, PVY, PVX dan PVS di laboratorium;
- d. Tanaman harus mendapat air yang cukup dengan penyiraman secara teratur. Kondisi air harus terkontrol di dalam rumah kaca, karena kekurangan atau kelebihan dapat berakibat buruk terhadap perkembangan umbi. Sebagai standar penyiraman dilakukan 2 kali seminggu;
- e. Pengamatan harus terus dilakukan, tanaman yang terinfeksi, campuran varietas atau yang menyimpang harus dicabut dan dibuang;
- f. Semua petugas harus menjaga kondisi di dalam rumah kaca agar tidak terkontaminasi dari luar;

6. Pemangkasan

1. Pemangkasan batang pada umumnya dilakukan 7-10 hari sebelum dilakukan panen;
2. Pemangkasan dilakukan untuk menguatkan kuliati umbi memperoleh ukuran umbi yang dikehendaki, mengendalikan atau mencegah penyakit yang ada di bagian batang dan daun tidak sampai turun ke umbi;

7. Panen

1. Panen percobaan

- a. Lakukan panen percobaan dari beberapa rumpun untuk mengetahui saat waktu panen yang tepat dan perkiraan hasil yang akan dicapai;

- b. Panen percobaan dapat dilakukan lebih dari satu kali, dimulai dari tanaman berumur 60 hari setelah tanam.

2. Cara panen

- a. Waktu panen dilakukan setelah umbi cukup tua dimana pertumbuhan tanaman sudah berhenti, daun 80% sudah menguning dan kering, kulit umbi tidak mengelupas;
- b. Guludan dicangkul dengan hati-hati agar umbi tidak luka. Setelah guludan roboh dan gembur, umbi diambil dengan tangan dan dikumpulkan dalam barisan di antara guludan, biarkan untuk sementara agar tanah pada kulit umbi kering dan lepas;
- c. Umbi yang dipanen dimasukkan kedalam wadah yang kuat dan disimpan di gudang selama 1 (satu) minggu agar benih mudah dibersihkan dari kotoran, kulit umbi lebih kuat dan memudahkan untuk mengidentifikasi adanya kontaminasi dari tanah.

3. Penyimpanan dan pemeliharaan benih

- a. Lakukan sortir umbi calon benih, keluarkan umbi-umbi yang terinfeksi hama maupun penyakit, luka mekanis dan varietas lain;
- b. Seleksi ukuran benih yang dikelompokkan berdasarkan berat benih;
 - Ukuran LL adalah lebih dari 120 gram
 - Ukuran L2 adalah 90-120 gram
 - Ukuran L1 adalah 60-90 gram
 - Ukuran M adalah 30-60 gram
 - Ukuran S adalah 10-30 gram
 - Ukuran SS adalah kurang dari 10 gram
- c. Umbi calon benih hasil sortir dan pengelompokan ukuran dimasukkan dalam boks, kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan tanah yang masih melekat pada umbi, setelah itu dicelupkan kedalam bak yang berisi larutan insektisida sistematis yang dianjurkan, kemudian dikering-anginkan agar air yang melekat di permukaan umbi menjadi kering. Umbi calon

- benih yang sisimpan digudang bagian permukaan umbi ditaburi insektisida secara merata;
- d. Dalam penyimpanan, umbi calon benih ditutup dengan kain kasa atau kelambu untuk mencegah serangga masuk menginfeksi umbi'
 - e. Calon benih yang disimpan harus dikelompokkan dengan memperhatikan keseragaman/ homogenitas. Satu kelompok benih harus berasal dari satu unit penangkaran dan tidak lebih dari 20 ton.

8. Sertifikasi

- a. Paling lambat 1 (satu) minggu setelah pelaksanaan kegiatan harus mengajukan permohonan sertifikasi kepada balai pengawas dan sertifikasi benih atau lembag penyelenggara sertifikasi lainnya;
- b. Pemeriksaan dalam sertifikasi balai pengawas dan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya dilak-sanakan 1 (satu) kali pemeriksaan pendahuluan sebelum tanam, tiga kali pemeriksaan pertanaman, yaitu pada umur 30-40, 40-50 dan 50-70 hari setelah tanam, dan terakhir pemeriksaan umbi di gudang;
- c. Sertifikat dikeluarkan oleh badai pengawasan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya setelah benih lulus dari semua proses pemeriksaan;
- d. Benih yang sudah bersertifikat dipasang label pada setiap kemasan dengan warna lebel putih.

9. Kualifikasi Benih

- a. Pertanaman di rumah kaca harus memiliki standar: Virus maksimal 0,0%, layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) maksimal 0,1%, busuk daun (*Phytophthora infestans*) dan penyakit lain serangan berat maksimal %;
- b. Umbi memiliki standar: Busuk coklat (*Ralstonia solana-cearum*) dan busuk lunak (*Erwina carotovora*) maksimal 0,0%; kudis

(*Streptomyces scabies*), powdery scab (*spongospora subte-rania*), kudis lak (*Rhizoctonia solani*), dan hawar umbi (*Phytophthora infestans*) (kecuali infeksi ringan) maksimal 0,5%; busuk kering (*Fusarium spp*). Maksimal 0,1%; kerusakan oleh penggerak umbi (*Phthorimaea opercullela*) maksimal 0,5%; mematoda bintil akar (*Meloigoyne spp*). 0,5%; kerusakan mekanis, serangga, binatang/hewan kecil (kecuali infeksi ringan) maksimal 0,5%; campuran varietas lain 0,0%.

- c. Bersertifikat dan belabel putih.

10. Pelabelan

- a. Benih yang telah lulus bersertifikat dipasang label berwarna putih pada setiap kemasan dengan pengawasan petugas Balai pengawasan dan sertifikat Benih atau Lembaga penye-lenggara sertifikat lainnya.
- b. Label di pasang setelah di isiKetewrangan dan dilegalisasi oleh lembaga pengawasan dan sertifikasi Benih atau Lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya.

4. Perbanyak Benih Kentang Kelas G2 (Benih Dasar-2)

Perbanyak benih kentang kelas G2 (Benih Dasar-2) meliputi tempat perbanyak dan media tanam, benih sumber, penanaman, pemeliharaan, pemaksaan, panen, sertifikasi, kualifikasih benih dan pelabelan.

A. Tempat Perbanyak

1. Tempat atau lokasi perbanyak benih kentang kelas G2 merupakan areal lahan yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:
 - a. Jelas batas-batasnya;
 - b. Areal lahan harus berlokasi dimana serangan Aphids dan leaf hopper sebagai vector virus rendah;

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

- c. Areal lahan bukan daerah endemis hama dan penyakit utama benih;
 - d. Bebas dari Nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*);
 - e. Areal lahan bukan lahan bekas ditanami kentang atau tanaman solanacea lainnya 3 (tiga) musim tanam sebelumnya atau lahan dikosongkan dengan diolah (berat bersih) minimal 9 (Sembilan) bulan;
 - f. Terisolasi dari tanaman kentang konsumsi minimasi jarak 10 meter dan/ atau dengan menggunakan border yang lebih tinggi dari tanaman kentang;
 - g. Ketinggian tempat minimal 1000 meter di atas permukaan laut dengan kemiringan dibawah 20%.
2. Unit perbanyakan
- Satu unit perbanyakan benih kentang G2 merupakan satu varietas dengan luas 0,5-1,0 hektar dalam satu hamparan.

B. Benih Sumber

- a. Benih sumber yang ditanam merupakan benih dasar G1 berlabel atau benih penjenis G0 yang memiliki label/ keterangan/ rekomendasi dari pemulia dan atau institusi/ lembaganya;
- b. Benih sumber sebelum ditanam diperlakukan pemotesan tunas apical kemudian disimpan di gudang terang dengan intensitas cahaya 1000 lux untuk pertumbuhan tunas-tunas samping.

C. Penanaman

- a. Benih yang ditanam dipilih benih yang tidak terinfeksi maupun luka akibat serangga atau luka mekanis;
- b. Benih ditanam pada garitan-garitan dengan kedalaman 15 cm, jarak tanam disesuaikan dengan ukuran benih dan jarak antar barisan (garitan) disesuaikan dengan lahan;
- c. Pupuk kandang yang digunakan harus sudah matang. Dosis pupuk kandang disesuaikan dengan jenis dan rekomendasi setempat;

- d. Pupuk buatan diberikan bersamaan pada waktu penanaman benih. Pupuk buatan minimal meliputi unsur N, P₂O₅ dan K₂O dengan dosis disesuaikan rekomendasi setempat atau menggunakan rekomendasi pemupukan untuk kentang konsumsi dengan pengurangan dosis unsur N sebesar 20%;
- e. Letakkan setiap benih dalam jarak yang sudah ditentukan dalam setiap garitan, kemudian timbun dengan tanah agar benih tertutup.

D. Pemeliharaan

- a. Bila benih telah tumbuh lebih dari 75% dilakukan penyiangan, pengemburan tanah dan pengguludan pertama. Satu sampai dua minggu setelah pengguludan pertama dilakukan pengguludan kedua;
- b. Penyemprotan dengan pestisida sebagai tindakan pencegahan serangan hama dan penyakit, frekuensinya disesuaikan dengan kondisi serangan Organisme pengganggu tanaman. Penyemprotan untuk pencegahan dilakukan mulai pada saat umur tanaman 2 (dua) minggu. Gunakan jenis dan dosis pestisida sesuai rekomendasi peruntukannya. Pengendalian Aphids menjadi perhatian;
- c. Rouging tanaman yang terinfeksi hama penyakit dan campuran varietas lain dilakukan secara teratur, sejak dari tanaman tumbuh ke permukaan sampai dipangkas;
- d. Tanaman mendapat air yang cukup dengan penyiraman secara teratur.

E. Pemangkasan

- a. Pemangkasan batang pada umumnya dilakukan pada saat tanaman berumur 70-85 hari setelah tanam;
- b. Pemangkasan dilakukan untuk menguatkan kuliati umbi memperoleh ukuran umbi yang dikehendaki, mengendalikan atau mencegah penyakit yang ada di bagian batang dan daun tidak sampai turun ke umbi;

F. Panen

a. Panen percobaan

1. Lakukan panen percobaan dari beberapa rumpun untuk mengetahui saat waktu panen yang tepat dan perkiraan hasil yang akan dicapai;
2. Panen percobaan dapat dilakukan lebih dari satu kali, dimulai dari tanaman berumur 70-75 hari setelah tanam.

3. Cara panen

- a. Waktu panen harus dilakukan setelah umbi cukup tua, pertumbuhan tanaman sudah berhenti, daun 80% sudah menguning dan kering, kulit umbi tidak mengelupas;
- b. Guludan dicangkul dengan hati-hati agar umbi tidak luka. Setelah guludan roboh dan gembur, umbi diambil dengan tangan dan dikumpulkan dalam barisan diantara guludan, biarkan untuk sementara agar tanah pada kulit umbi kering dan lepas;
- c. Sortir langsung di lapangan umbi-umbi yang terinfeksi hama dan penyakit;
- d. Umbi hasil sortir lapang dimasukkan kedalam wadah yang kuat dan disimpan di gudang selama satu minggu agar benih mudah dibersihkan dari kotoran, kulit umbi lebih kuat dan memudahkan untuk mengintifikasi adanya kontaminasi dari tanah.

4. Penyimpanan dan pemeliharaan benih

- a. Sortir umbi calon benih secara teratur, keluarkan umbi-umbi yang terinfeksi hama maupun penyakit, luka mekanis/serangga dan varietas lain;
- b. Seleksi ukuran benih yang dikelompokkan berdasarkan berat benih;
 - Ukuran LL adalah lebih dari 120 gram
 - Ukuran L2 adalah 90-120 gram
 - Ukuran L1 adalah 60-90 gram
 - Ukuran M adalah 30-60 gram
 - Ukuran S adalah 10-30 gram

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

- Ukuran SS adalah kurang dari 10 gram
- c. Umbi calon benih hasil sortir dan pengelompokkan ukuran dimasukkan dalam boks, kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan tanah yang masih melekat pada umbi, setelah itu dicelupkan kedalam bak yang berisi larutan insektisida sistematis yang dianjurkan, kemudian dikering-anginkan agar air yang melekat di permukaan umbi menjadi kering.
- d. Umbi calon benih yang disimpan digudang bagian permukaan umbi ditaburi insektisida secara merata. Dalam penyimpanan, umbi calon benih ditutup dengan kain kasa atau kelambu untuk mencegah serangga masuk menginfeksi umbi'
- e. Calon benih yang disimpan harus dikelompokkan dengan memperhatikan keseragaman/ homogenitas. Satu kelompok benih harus berasal dari satu unit penangkaran dan tidak lebih dari 20 ton.

G. Sertifikasi

- a. Permohonan sertifikasi Paling lambat 1 (satu) minggu sebelum pelaksanaan kegiatan harus mengajukan kepada balai pengawasan dan sertifikasi benih atau lembag penyelenggara sertifikasi lainnya;
- b. Pemeriksaan dalam sertifikasi oleh Balai pengawasan dan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya dilaksanakan 1 (satu) kali pemeriksaan pendahuluan sebelum tanam, 3 (tiga) kali pemeriksaan pertanaman, yaitu pada umur 30-40, 40-50 dan 50-70 hari setelah tanam, dan terakhir pemeriksaan umbi di gudang;
- c. Sertifikat dikeluarkan oleh badan pengawasan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya setelah benih lulus dari semua proses pemeriksaan;
- d. Benih yang sudah bersertifikat dipasang label pada setiap kemasan dengan warna label putih.

H. Kualifikasi Benih

- a. Pertanaman di lapangan harus memiliki standar: Virus maksimal 0,1%, layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) maksimal 0,5%, busuk daun (*Phytophthora infestans*) dan penyakit lain serangan berat maksimal 10,0%, nematode sista kuning (*Globodera rostochiensis*) 0,0%, campuran varietas lain maksimal 0,0%;
- b. Umbi memiliki standar: Busuk coklat (*Ralstonia solanacearum*) dan busuk lunak (*Erwinia carotovora*) maksimal 0,3%; kudis (*Streptomyces scabies*), powdery scab (*Spongospora subterranea*), kudis lak (*Rhizoctonia solani*), dan hawar umbi (*Phytophthora infestans*) (kecuali infeksi ringan) maksimal 3,0%; busuk kering (*Fusarium spp.*) maksimal 1,0%; kerusakan oleh penggerak umbi (*Phthorimaea operculella*) maksimal 1,0%; nematoda bintil akar (*Meloidogyne spp.*) 3,0%; kerusakan mekanis, serangga, binatang/hewan kecil (kecuali infeksi ringan) maksimal 3,0%; campuran varietas lain 0,0%.
- c. Bersertifikat dan belabel putih.

I. Pelabelan

- a. Benih yang telah lulus bersertifikat dipasang label berwarna putih pada setiap kemasan dengan pengawasan petugas Balai pengawasan dan sertifikat Benih atau Lembaga penyelenggara sertifikat lainnya.
- b. Label di pasang setelah di isi Keterangan dan dilegalisasi oleh lembaga pengawasan dan sertifikasi Benih atau Lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya.

5. Perbanyak Benih Kentang Kelas G3 (Benih Pokok)

Perbanyak benih kentang kelas G3 (Benih Pokok) ini meliputi tempat perbanyak dan media tanam, benih sumber, penanaman, pemeliharaan, pemaksaan, panen, sertifikasi, kualifikasi benih dan pelabelan.

A. Tempat Perbanyak

1. Tempat atau lokasi perbanyak benih kentang kelas G3 areal lahan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:
 - a. Jelas batas-batasnya;
 - b. Areal lahan harus berlokasi di daerah dimana serangan Aphids dan leafhopper sebagai vector virus rendah;
 - c. Areal lahan bukan daerah endemis hama dan penyakit utama benih;
 - d. Bebas dari Nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*);
 - e. Areal lahan bukan lahan bekas ditanami kentang atau tanaman solanacea lainnya 3 (tiga) musim tanam sebelumnya atau lahan dikosongkan dengan diolah (berat bersih) minimal 9 (Sembilan) bulan;
 - f. Terisolasi dari tanaman kentang konsumsi minimasi jarak 10 meter dan/ atau dengan menggunakan tanaman pembatas yang lebih tinggi dari tanaman kentang;
 - g. Ketinggian tempat minimal 1000 m/dpl dengan kemiringan dibawah 20%.
2. Unit perbanyak
Satu unit perbanyak benih kentang G3 merupakan satu varietas dengan luas 0,5-1,0 ha dalam satu hamparan.

B. Benih Sumber

- a. Benih sumber yang ditanam adalah benih yang kelasnya lebih tinggi dari benih kentang kelas G3 dan berlabel.
- b. Benih sumber sebelum ditanam diperlakukan pemotesan tunas apical kemudian disimpan di gudang terang dengan intensitas cahaya 1000 lux untuk pertumbuhan tunas-tunas samping.

C. Penanaman

1. Benih yang ditanam dipilih benih yang sehat tidak terinfeksi maupun luka akibat serangga atau luka mekanis;

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

2. Benih ditanam pada garitan-garitan dengan kedalaman 15 cm, jarak tanam disesuaikan dengan ukuran benih dan jarak antar barisan (garitan) disesuaikan dengan lahan;
3. Pupuk kandang yang digunakan harus sudah matang. Dosis pupuk kandang disesuaikan dengan jenis dan rekomendasi setempat;
4. Pupuk buatan diberikan bersamaan pada waktu penanaman benih. Pupuk buatan minimal meliputi unsur N, P_2O_5 dan K_2O dengan dosis disesuaikan dengan rekomendasi setempat atau menggunakan rekomendasi pemupukan untuk kentang konsumsi dengan pengurangan dosis unsur N 20%;
5. Letakkan setiap benih dalam jarak yang sudah ditentukan dalam setiap garitan, kemudian timbun dengan tanah agar benih tertutup.

D. Pemeliharaan

1. Apabila benih telah tumbuh lebih dari 75% dilakukan penyiangan, pengemburan tanah dan pengguludan pertama. Satu sampai dua minggu setelah pengguludan pertama dilakukan pengguludan kedua;
2. Penyemprotan dengan pestisida sebagai tindakan pencegahan serangan hama dan penyakit, frekuensinya disesuaikan dengan kondisi serangan organisme pengganggu tanaman. Penyemprotan untuk pencegahan dilakukan mulai pada saat umur tanaman 2 (dua) minggu. Gunakan jenis dan dosis pestisida sesuai rekomendasi peruntukannya. Pengendalian Aphids menjadi perhatian;
3. Rouging tanaman yang terinfeksi hama penyakit dan campuran varietas lain dilakukan secara teratur, sejak dari tanaman tumbuh ke permukaan sampai dipangkas;
4. Tanaman mendapat air yang cukup dengan penyiraman secara teratur.

E. Pemangkasan

1. Pemangkasan batang pada umumnya dilakukan pada saat tanaman berumur 70-85 hari setelah tanam;

2. Pemangkasan dilakukan untuk menguatkan kuliati umbi memperoleh ukuran umbi yang dikehendaki, mengendalikan atau mencegah penyakit yang ada di bagian batang dan daun tidak sampai turun ke umbi;

F. Panen

- a. Panen percobaan
 1. Lakukan panen percobaan dari beberapa rumpun untuk mengetahui saat waktu panen yang tepat dan perkiraan hasil yang akan dicapai;
 2. Panen percobaan dilakukan lebih dari satu kali, dimulai dari tanaman berumur 70-75 hari setelah tanam.
- b. Cara panen
 1. Waktu panen harus dilakukan setelah umbi cukup tua, dimana pertumbuhan tanaman sudah berhenti, daun 80% sudah menguning dan kering, kulit umbi tidak mengelupas;
 2. Guludan dicangkul dengan hati-hati agar umbi tidak luka. Setelah guludan roboh dan gembur, umbi diambil dengan tangan dan dikumpulkan dalam barisan di antara guludan, biarkan untuk sementara agar tanah pada kulit umbi kering dan lepas;
 3. Sortir langsung di lapangan umbi-umbi yang terinfeksi hama dan penyakit;
 4. Umbi hasil sortir lapang dimasukkan kedalam wadah yang kuat dan disimpan di gudang selama satu minggu agar benih mudah dibersihkan dari kotoran, kulit umbi lebih kuat dan memudahkan untuk mengidentifikasi adanya kontaminasi dari tanah.
- c. Penyimpanan dan pemeliharaan benih
 - a. Sortir umbi calon benih secara teratur, keluarkan umbi-umbi yang terinfeksi hama maupun penyakit, luka mekanis/serangga dan varietas lain;
 - b. Seleksi ukuran benih yang dikelompokkan berdasarkan berat benih;

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

- Ukuran LL adalah lebih dari 120 gram
 - Ukuran L2 adalah 90-120 gram
 - Ukuran L1 adalah 60-90 gram
 - Ukuran M adalah 30-60 gram
 - Ukuran S adalah 10-30 gram
 - Ukuran SS adalah kurang dari 10 gram
- c. Umbi calon benih hasil sortir dan pengelompokkan ukuran dimasukkan dalam boks, kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan tanah yang masih melekat pada umbi, setelah itu dicelupkan kedalam bak yang berisi larutan insektisida sistematis yang dianjurkan, kemudian dikering-anginkan agar air yang melekat di permukaan umbi menjadi kering.
- d. Umbi calon benih yang disimpan di gudang bagian permukaan umbi ditaburi insektisida secara merata. Dalam penyimpanan, umbi calon benih ditutup dengan kain kasa atau kelambu untuk mencegah serangga masuk menginfeksi umbi'
- e. Calon benih yang disimpan harus dikelompokkan dengan memperhatikan keseragaman/ homogenitas. Satu kelompok benih harus berasal dari satu unit penangkaran dan tidak lebih dari 20 ton.

G. Sertifikasi

1. Paling lambat 1 (satu) minggu sebelum pelaksanaan kegiatan harus mengajukan permohonan sertifikasi kepada balai pengawasan dan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya;
2. Pemeriksaan dalam sertifikasi oleh Balai pengawasan dan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya dilaksanakan 1 (satu) kali pemeriksaan pendahuluan sebelum tanam, 3 (tiga) kali pemeriksaan pertanaman, yaitu pada umur 30-40, 40-50 dan 50-70 hari setelah tanam, dan terakhir pemeriksaan umbi di gudang;

3. Sertifikat dikeluarkan oleh badan pengawasan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya setelah benih lulus dari semua proses pemeriksaan;
4. Benih yang sudah bersertifikat dipasang label pada setiap kemasan dengan warna label ungu.

H. Kualifikasi Benih

1. Pertanaman di lapangan harus memiliki standar: Virus maksimal 0,5%, layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) adalah maksimal 1,0%, busuk daun (*Phytophthora infestans*) dan penyakit lain serangan berat maksimal 10,0%, nematode sista kuning (*Globodera rostochiensis*) 0,0%, campuran varietas lain maksimal 0,1%;
2. Umbi memiliki standar: Busuk coklat (*Ralstonia solanacearum*) dan busuk lunak (*Erwinia carotovora*) maksimal 0,5%; kudis (*Streptomyces scabies*), powdery scab (*Spongospora subteranea*), kudis lak (*Rhizoctonia solani*), dan hawar umbi (*Phytophthora infestans*) (kecuali infeksi ringan) maksimal 5,0%; busuk kering (*Fusarium spp.*) Maksimal 3,0%; kerusakan oleh penggerak umbi (*Phthorimaea operculella*) maksimal 5,0%; nematoda bintil akar (*Meloidogyne spp.*) 5,0%; kerusakan mekanis, serangga, binatang/ hewan kecil (kecuali infeksi ringan) maksimal 5,0%; campuran varietas lain 0,1%.
3. Bersertifikat dan belabel ungu.

I. Pelabelan

1. Benih yang telah lulus dan bersertifikat dipasang label berwarna putih pada setiap kemasan dengan pengawasan petugas Balai pengawasan dan sertifikat Benih atau Lembaga penyelenggara sertifikat lainnya.
2. Label di pasang setelah di isi Keterangan dan dilegalisasi oleh lembaga pengawasan dan sertifikasi Benih atau Lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya.

6. Perbanyak Benih Kentang Kelas G4 (Benih Sebar)

Perbanyak benih kentang kelas G4 (Benih Sebar) ini meliputi tempat perbanyak dan media tanam, benih sumber, penanaman, pemeliharaan, pemaksaan, panen, sertifikasi, kualifikasi benih dan pelabelan

A. Tempat Perbanyak

1. Tempat atau lokasi perbanyak benih kentang kelas G4 merupakan areal lahan yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:
 - a. Jelas batas-batasnya;
 - b. Areal lahan harus berlokasi di daerah dimana serangan Aphids dan leafhopper sebagai vector virus rendah;
 - c. Areal lahan bukan daerah endemis hama dan penyakit utama benih;
 - d. Bebas dari Nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*); Areal lahan bukan lahan bekas ditanami kentang atau tanaman solanacea lainnya 3 (tiga) musim tanam sebelumnya atau lahan dikosongkan dengan diolah (berat bersih) minimal 9 (sembilan) bulan;
 - e. Terisolasi dari tanaman kentang konsumsi minimal jarak 10 meter dan/atau dengan menggunakan tanaman pembatas yang lebih tinggi dari tanaman kentang;
 - f. Ketinggian tempat minimal 1000 meter diatas permukaan laut (m Dpl) dengan kemiringan dibawah 20%.
2. Unit perbanyak
Satu unit perbanyak benih kentang G4 merupakan satu varietas dengan luas 0,5-1,0 ha dalam satu hamparan.

B. Benih Sumber

- a. Benih sumber yang ditanam adalah benih yang kelasnya lebih tinggi dari benih kentang kelas G4 dan berlabel.

- b. Benih sumber sebelum ditanam diperlakukan pemotesan tunas apical kemudian disimpan di gudang terang dengan intensitas cahaya 1000 lux untuk pertumbuhan tunas-tunas samping (spouting).

C. Penanaman

- a. Benih yang ditanam dipilih benih yang sehat tidak terinfeksi maupun luka akibat serangga atau luka mekanis;
- b. Benih ditanam pada garitan-garitan dengan kedalaman 15 cm, jarak tanam disesuaikan dengan ukuran benih dan jarak antar barisan (garitan) disesuaikan dengan lahan;
- c. Pupuk kandang yang digunakan harus sudah matang. Dosis pupuk kandang disesuaikan dengan jenis dan rekomendasi setempat;
- d. Pupuk buatan diberikan bersamaan pada waktu penanaman benih. Pupuk buatan minimal meliputi unsur N, P_2O_5 dan K_2O dengan dosis disesuaikan dengan rekomendasi setempat atau menggunakan rekomendasi pemupukan untuk kentang konsumsi dengan pengurangan dosis unsur N sebesar 20%;
- e. Letakkan setiap benih dalam jarak yang sudah ditentukan dalam setiap garitan, kemudian timbun dengan tanah agar benih tertutup.

D. Pemeliharaan

- a. Bila benih telah tumbuh lebih dari 75% dilakukan penyiangan, pengemburan tanah dan pengguludan pertama. 1 (Satu) sampai 2 (dua) minggu setelah pengguludan pertama dilakukan pengguludan kedua;
- b. Penyemprotan dengan pestisida sebagai tindakan pencegahan serangan hama dan penyakit, frekuensinya disesuaikan dengan kondisi serangan Organisme pengganggu tanaman. Penyemprotan untuk pencegahan dilakukan mulai pada saat

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

umur tanaman 2 (dua) minggu. Gunakan jenis dan dosis pestisida sesuai rekomendasi peruntukannya. Pengendalian Aphids menjadi perhatian;

- c. Rouging tanaman yang terinfeksi hama penyakit dan campuran varietas lain dilakukan secara teratur, sejak dari tanaman tumbuh ke permukaan sampai dipangkas;
- d. Tanaman mendapatkan air yang cukup dengan penyiraman secara teratur

E. Pemangkasan

- a. Pemangkasan batang pada umumnya dilakukan pada saat tanaman berumur 70-85 hari setelah tanam;
- b. Pemangkasan dilakukan untuk menguatkan kulit umbi memperoleh ukuran umbi yang dikehendaki, mengendalikan atau mencegah penyakit yang ada di bagian batang dan daun tidak sampai turun ke umbi

F. Panen

1. Panen percobaan
 - a. Lakukan panen percobaan dari beberapa rumpun untuk mengetahui saat waktu panen yang tepat dan perkiraan hasil yang akan dicapai;
 - b. Panen percobaan dilakukan lebih dari satu kali, dimulai dari tanaman berumur 70-75 hari setelah tanam.
2. Cara panen
 - a. Waktu panen dilakukan setelah umbi cukup tua, di mana pertumbuhan tanaman sudah berhenti, daun 80% sudah kekuning-kuningan dan kering, kulit umbi tidak mengelupas;
 - b. Guludan dicangkul dengan hati-hati agar umbi tidak luka. Setelah guludan roboh dan gembur, umbi diambil dengan tangan dan dikumpulkan dalam barisan diantara guludan, biarkan untuk sementara agar tanah pada kulit umbi kering dan lepas;

- c. Seleksi langsung di lapangan yang terinfeksi hama dan penyakit;
 - d. Umbi hasil sortir lapang dimasukkan ke dalam wadah yang kuat dan disimpan di gudang selama satu minggu agar benih mudah dibersihkan dari kotoran, kulit umbi lebih kuat dan memudahkan untuk mengidentifikasi adanya kontaminasi dari tanah.
3. Penyimpanan dan pemeliharaan benih
- a. Sortir umbi calon benih secara teratur, keluarkan umbi-umbi yang terinfeksi hama maupun penyakit, luka mekanis/serangga dan varietas lain;
 - b. Seleksi ukuran benih yang dikelompokkan berdasarkan berat benih;
 - Ukuran LL adalah lebih dari 120 gram
 - Ukuran L2 adalah 90-120 gram
 - Ukuran L1 adalah 60-90 gram
 - Ukuran M adalah 30-60 gram
 - Ukuran S adalah 10-30 gram
 - Ukuran SS adalah kurang dari 10 gram
 - c. Umbi calon benih hasil sortir dan pengelompokkan ukuran dimasukkan dalam boks, kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan tanah yang masih melekat pada umbi, setelah itu dicelupkan kedalam bak yang berisi larutan insektisida sistematis yang dianjurkan, kemudian dikering-anginkan agar air yang melekat di permukaan umbi menjadi kering.
 - d. Umbi calon benih yang disimpan digudang bagian permukaan umbi ditaburi insektisida secara merata. Dalam penyimpanan, umbi calon benih ditutup dengan kain kasa atau kelambu untuk mencegah serangga masuk menginfeksi umbi'
 - e. Calon benih yang disimpan harus dikelompokkan dengan memperhatikan keseragaman/ homogenitas. Satu kelompok benih harus berasal dari satu unit penangkaran dan tidak lebih dari 15 ton.

G. Sertifikasi

- a. Paling lambat 1 (satu) minggu sebelum pelaksanaan kegiatan harus mengajukan permohonan sertifikasi kepada balai pengawasan dan sertifikasi benih atau lembag penyelenggara sertifikasi lainnya;
- b. Pemeriksaan dalam sertifikasi oleh Balai pengawasan dan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya dilaksanakan 1 (satu) kali pemeriksaan pendahuluan sebelum tanam, 3 (tiga) kali pemeriksaan pertanaman, yaitu pada umur 30-40, 40-50 dan 50-70 hari setelah tanam, dan terakhir pemeriksaan umbi di gudang;
- c. Sertifikat dikeluarkan oleh badai pengawasan sertifikasi benih atau lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya setelah benih lulus dari semua proses pemeriksaan;
- d. Benih yang sudah bersertifikat dipasang label pada setiap kemasan dengan warna label biru.

H. Kualifikasi Benih

- a. Pertanaman di lapangan harus memiliki standar: Virus mak-simal 2,0%, layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) adalah maksimal 1,0%, busuk daun (*Phytophthora infestans*) dan penyakit lain serangan berat maksimal 10,0%, nematode sista kuning (*Globodera rostochiensis*) 0,0%, campuran varietas lain maksimal 0,5%;
- b. Umbi memiliki standar: Busuk coklat (*Ralstonia solana-cearum*) dan busuk lunak (*Erwina carotovora*) maksimal 0,5%; kudis (*Streptomyces scabies*), powdery scab (*spongospora subte-rania*), kudis lak (*Rhizoctonia solani*), dan hawar umbi (*Phytophthora infestans*) (kecuali infeksi ringan) maksimal 5,0%; busuk kering (*Fusarium spp*). Maksimal 3,0%; kerusakan oleh penggerak umbi (*Phthorimaea operculella*) maksimal 0,0%; nematoda bintil akar (*Meloigoyne spp*). 5,0%; kerusakan mekanis, serangga, binatang/hewan kecil (kecuali infeksi ringan) maksimal 5,0%; campuran

varietas lain 0,5%.

- c. Bersertifikat dan belabel biru.

I. Pelabelan

- a. Benih yang telah lulus dan bersertifikat dipasang label ber-warna putih pada setiap kemasan dengan pengawasan pe-tugas Balai pengawasan dan sertifikat Benih atau Lembaga penyelenggara sertifikat lainnya.
- b. Label di pasang setelah di isi Keterangan dan dilegalisasi oleh lembaga pengawasan dan sertifikasi Benih atau Lembaga penyelenggara sertifikasi lainnya.

7. Pengendalian Hama Dan Penyakit Utama Benih Kentang

Hama dan penyakit tanaman kentang dapat menyerang tanaman di lapangan, umbi di gudang, dan lainnya. Gejala infeksi dapat diidentifikasi padasaat panen dan di gudang.

A. Hama Utama

1. Penggerek Umbi

- a. Gejala Kerusakan di Lapangan
Hama penggerek menyerang tanaman kentang dengan cara menggerek permukaan daun dan memakan serta membuat alur-alur pada tulang daun. Kerusakan tanaman diakibatkan oleh larva yang menyebabkan hilangnya jaringan daun, Gejala khas merupakan adanya lipatan kecil dan kering pada permukaan daun berwarna coklat, di sertai serat-serat seperti benang yang di dalamnya terdapat larva.
- b. Gejala Kerusakan Pada Umbi
Permukaan umbi tidak beraturan dan tidak berlubang atautampak larikan-larikan akibat adanya terowongan atau lorong di bawah permukaan umbi akibat larva menggerek bagian dalam ummbi.

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

Disertai adanya kotoran berwarna coklat tua yang dikeluarkan larva pada permukaan umbi.

c. Kondisi Lingkungan

Hama penggerek ini berkembang pada musim kemarau, suhu panas, dan hama tidak berkembang pada daerah beriklim dingin dengan suhu dibawah 10° C.

d. Tindakan Peendalian

- 1) Rotasi tanaman dengan menggunakan tanaman yang bukan inang dari tanaman bukan penggerek
- 2) Pengguludan yang baik agar umbi tertutup, karena umbi yang muncul keluar akan merangsang ngengat (penggerek dewasa) untuk datang dan bertelur pada permukaan umbi
- 3) Aplikasi insektisida yang di rekomendasikan di lapamngan dan pencelupan umbi yang di larutkan insektisida sistemik sebelum umbi disimpan atau umbi diberi perlakuan insektisida tepung sebagai tindakan pencegahan.
- 4) Sanitasi gudang dengan membersihkan gudang dari sampah atau barang - barang bekas yang kemungkinan dipakai sarang oleh ngengat.

2. Aphids (Kutu Daun)

a. Kerusakan Dilapangan

Serangga ini lebih di kenal sebagai vektor (penular) virus di bandingkan sebagai hama. Ukurannya sebesar 1,8 - 2,3 mm, ada yang bersayap dan ada yang tidak bersayap. Aphid berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan. Hidupnya sering berkoloni dan tinggal di balik kentang. Serangan langsung dari aphids menyebabkan daun menjadi keriput. Pertumbuhan menjadi lambat karena cairan sel di hisap. Di daerah tropis yang memiliki 2 musim aphids berkembang baik secara parthenogenesis (Aseksual) yaitu langsung melahirkan nimfa menjadi dewasa, kemudian beberapa membentuk sayap dan lainnya tidak bersayap.

Sedangkan di daerah yang memiliki 4 musim ada perkembangan seksual karena ada jantannya.

b. Gejala pada umbi aphids

Gejala pada umbi aphids dapat menularkan penyakit *potato leaf roll virus* (PLRV) di antara umbi selama penyimpanan gudang.

c. Tindakan Pengendalian

- 1) Membuat border dengan tanaman yang habitusnya lebih tinggi dari tanaman kentang untuk menghindarkan masuknya aphids yang membawa virus dari sekitarnya ke areal penangkar
- 2) Penyemprotan dengan insektisida yang di rekomendasikan.

3. Thrips (Bereng)

a. Gejala kerusakan Pada Tanaman

Permukaan daun keriput disertai ada spot atau bintik kuning bekas tusukan daun seperti mosaik, kaku dan menebal. Di bawah permukaan daun nampak warna keperakan, dan biasanya thrips berbentuk tongkat kecil yang selalu bergerak sangat lincah. Serangan berat pada daun kentang muda menampakkan mosaik, dan pada tanaman sudah tua daun mengguung, tanaman menjadi kerdil dan tidak produktif

b. Gejala pada umbi tidak ada thrips menyerang umbi

c. Tindakan pengendalian

Tindakan pengendalian dengan penyemprotan dengan insektisida yang direkomendasikan, aplikasi harus sejak daun mulai keluar.

4. Lalat Penggorok Daun (*Liriomyza huidobrensis*)

Kerusakan yang di sebabkan oleh lalat dewasa dan larvanya.

- a. Kerusakan oleh lalat dewasa daun berlubang-lubang kecil karena lalat dengan cara melubangi jaringan pada permukaan daun dengan alat peletak telur dan memakan cairan tanaman yang keluar dari daun. Jumlah lubang yang disebabkan oleh lalat dewasa betina untuk makan dan meletakkan telur tergantung pada tinggi rendahnya suhu,

- b. Kerusakan oleh larva: larva menggorok kedalam epidermis daun dan tulang daun sehingga pada permukaan daun tampak lirikan yang berkelok-kelok seperti lukisan berwarna putih, dan menjadi kering dan akhirnya mati. Larva bisa ditemukan di dalam jaringan tulang daun yang terserang,
- c. Tindakan Pengendalian
 - 1. Penanaman tanaman perangkap kacang merah di sekitar tanaman kentang
 - 2. Pemasangan perangkap likat kuning (80-100 buah per hektar)
 - 3. Aplikasi insektisida yang di rekomendasikan.

B. Penyakit Utama

- 1. Virus Daun Menggulung / *Potato leaf roll virus* (PLRV)
 - a. Gejala infeksi pada tanaman

Tanaman yang terserang tegak dan kaku, daun bagian bawah menggulung, warna daun lebih kuning dan kecil di bandingkan dengan daun yang normal atau sehat, umumnya tanaman kerdil,
 - b. Gejala infeksi pada umbi; sulit di identifikasi secara visual,
 - c. Penularan dan penyebaran

PLRV si tularkan oleh serangga aphid terutama spesies *myzus persicae*, melalui sambungan grafting dan umbi benih,
 - d. Kondisi lingkungan yang mendukung untuk perkembangan PLRV adalah temperature sedang dan cuaca kering.
- 2. Potato Virus X (PVX)
 - a. Gejala infeksi pada tanaman

Pada beberapa varietas tidak menunjukkan gejala atau hanya mosaik lemah tergantung strain virus, varietas dan kondisi lingkungan. Secara deskriptif pada beberapa varietas kentang menunjukkan gejala mosaik, pada warna daun kusam dan mengerut, pada daun tua yang menguning tampak urat daunnya tetap hijau,

- b. Gejala infeksi pada umbi, sulit diidentifikasi secara visual,
 - c. Penularan dan penyebaran;
PVX ditularkan melalui umbi benih, mudah menular dengan kontak mekanis (kontak antar tanaman antar akar, antar tunas dan umbi, gigitan serangga dan alat mekanis)
 - d. Kondisi lingkungan yang mendukung PVX : Gejala di pertinggi dengan kondisi suhu rendah (16°C) dan gejalanya masking pada suhu di atas 28° C.
3. Potato Virus Y (PVY)
- a. Gejala infeksi pada tanaman,
Daun kecil-kecil di pinggirannya bergelombang permukaan daun mosaik dan mengkerut, kadang-kadang daun lebih mengkilat
 - b. Gejala infeksi pada umbi: sulit diidentifikasi secara visual,
 - c. Penularan dan penyebaran PVY ditularkan melalui umbi benih dan serangga aphid.
 - d. Kondisi suhu tinggi, gejala mosaic dan mengkerut semakin jelas

Tindakan Pengendalian Virus

- a) Mengisolasi sumber infeksi
Memilih lahan perbenihan yang terisolasi dari pertanaman sumber infeksi, gunakan tanaman pagar (border) untuk mencegah aphid sebagai vector virus masuk ke areal lahan penangkaran
 - b) Membersihkan tanaman voluntir di sekitar areal penangkaran,
 - c) Merouging setiap tanaman terinfeksi,
 - d) Mengendalikan aphids, sebagai vector virus
 - e) Menggunakan benih sehat bebas virus
4. Penyakit layu Bakteri
- a. Pathogen penyebab : bakteri *Ralstonia solanacearum*
 - b. Gejala pada tanaman terinfeksi
Tanaman layu sebagian atau keseluruhan dengan bagian daun yang menguning dan akhirnya mati. Fenomena layu adalah

seperti kekurangan air. Bila tanaman di cabut masih kokoh kerana sistem perakaran tidak terganggu, gejala lainya ialah adanya lendir putih susu (masa bakteri) yang keluar dari sekitar vaskuler pangkal batang ketika di pijit dengan kuat.

c. Gejala pada umbi terinfeksi

Gejala umbi yang terinfeksi ditandai dengan adanya lengketan tanah yang menempel pada ujung stolon atau bagian mata umbi, terutama tampak jelas pada saat panen. Tanah lengket karena lender bakteri. Bila umbi tersebut dibelah tampak diskolorasi warna coklat tua di sekeliling vaskuler, dengan sedikit tekanan oleh kedua jari tangan akan keluar dari sekitar vaskuler lendir berwarna putih ke abu-abuan

d. Penularan dan Penyebaran

Bakteri layu ditularkan melalui tanah (soil borne pathogen) dan alat-alat kultur teknis sebagai penularan pasif.

e. Kondisi lingkungan yang menguntungkan

Lingkungan yang menguntungkan bagi perkembangan layu bakteri adalah pada suhu tinggi dan kelembapan tinggi. Suhu optimum 27-37° C dan perkembangan penyakit terhambat pada suhu 8 - 10° C.

f. Tindakan pengendalian

1. Melakukan rotasi lahan yang akan di gunakan areal penangkaran, sedikitnya tiga musim tanaman.
2. Melakukan bera olah, yaitu membiarkan lahan kosong tidak di tanami tetapi di olah bersih dan di balikan agar bongkahan tanah terkena sinar matahari.
3. Sortir umbi yang mempunyai gejala saat mulai panen di lapangan sehingga tidak terbawa ke gudang,
4. Membersihkan/ rouging tanaman terinfeksi di lapangan buang dan bakar atau kubur pada lubang yang dalam.
5. Aplikasi bakterisida yang dianjurkan departemen.

5. Penyakit Busuk Lunak

- a. Pathogen penyebab: bakteri *Erwinia corotovora*

Pangkal batang tanaman lembek, busuk berlendir dan mengeluarkan aroma bau busuk yang khas. Secara keseluruhan tanaman terlihat serak/ terbuka.

- b. Gejala pada umbi terinfeksi

Umbi yang terinfeksi menjadi busuk lunak bergranula, gejala busuk tidak pada vaskulernya. Tergantung bagian yang di infeksi dan mengeluarkan aroma bau busuk yang khas,

- c. Kondisi lingkungan yang menguntungkan

Lingkungan yang menguntungkan bagi perkembangan penyakit adalah tanah basah tergenang dengan kondisi anaerob. Pada umbi adalah kondisi gudang dengan kelembapan tinggi. Kurang sinar, kurang oksigen. Pada kondisi kering bakteri tidak dapat survive, serangan banyak karena umbi masih muda dan banyak luka.

- d. Tindakan pengendalian

1. Tanah diolah dengan memperhatikan aerasi dan drenase yang baik
2. Lakukan panen dengan baik jangan sampai banyak umbi yang luka dan umbi yang benar-benar di panen cukup umur/ tua,
3. Gudang tempat penyimpanan benih agar terjaga aerasi dan tidak lembab serta upayakan benih tidak terjadi benturan yang membuat luka.

6. Penyakit kudis (*Common scab*)

- a. Patogen penyebab: bakteri *Streptomyces scabies*

- b. Gejala pada tanaman terinfeksi

Secara alamiah belum dilaporkan adanya gejala infeksi pada bagian tanaman di atas permukaan tanah.

- c. Gejala pada umbi terinfeksi

Pada kulit permukaan umbi terdapat borok/ kudis yang menonjol keluar, biasanya sirkuler dengan diameter 5 - 8 mm,

- gejala mula-mula hanya bercak kecil berupa pecahan seperti bintang kemudian berkembang meluas dan berwarna gelap.
- d. Kondisi lingkungan: penyakit kudis ini banyak menyerang pada musim kering, suhu optimum 25 - 30° C,
 - e. Tindakan pengendalian
 1. Rotasi tanaman akan menekan perkembangan penyakit
 2. Hindarkan pengapuran yang dapat menaikkan pH tanah
 3. Pertahankan kelembaban tanah selama pembentukan umbi (umur antara 4 - 9 minggu)
7. Penyakit busuk daun (*Late blight*)
- a. Pathogen penyebab : Cendawan *Phytophthora infestans*
 - b. Gejala pada tanaman terinfeksi

Pada daun terdapat bercak-bercak berwarna coklat, kemudian bercak meluas hingga akhirnya daun menjadi busuk dan kering yang menggantung pada atangkainya. Di bawah permukaan daun terdapat serbuk putih yang mengandung banyak spora. Gejala infeksi terdapat pula pada bagian batang tanaman.
 - c. Umbi kentang dalam tanah terinfeksi *P. Infestans* bila intensitas serangan tinggi dan kondisi lingkungan sangat menguntungkan seperti kelembapan dan curah hujan yang tinggi, spora yang ada pada daun turun terbawa air hujan melalui batangnya dan masuk ke tanah kontak dengan permukaan umbi. Umbi kentang yang terinfeksi permukaannya busuk berwarna violet, bila umbi di belah vertikal tampak pinggiran daging umbi busuk berwarna violet berwarna kehitaman.
 - d. Penularan dan penyebaran penyakit busuk daun melalui udara/ angin (air borne disease)
 - e. Kondisi lingkungan basah dan banyak angin menguntungkan untuk penyebaran spora. Suhu optimum 21° C dengan kelembapan tinggi.
 - f. Tindakan pengendalian
 1. Penyemprotan dengan fungisida yang di rekomendasikan untuk *P. Infestans* secara teratur, sejak awal pertumbuhan

sebagai tindakan pencegahan. Upayakan selama aplikasi fungisida maksimum 4 kali menggunakan yang sistemik. Untuk menghindari timbulnya daya resistensi cendawan terhadap bahan aktif suatu fungisida, di anjurkan agar aplikasinya mengikuti strategi aplikasi alternasi (alternate application) yaitu: S - K - K - K - S - K - K - S - K - K (S = Fungisida Sistemik, K= fungisida Kontak)

2. Mencegah terciptanya iklim mikro yang membuat sekitar rumpun tanaman lembab terutama pada kondisi basah (musim hujan) dengan penjarangan jarak tanam atau penggunaan mulsa dan atau pemangkasan daun di lakukan 2 minggu sebelum panen untuk menghindari kontak spora *P.infestans* dengan daun,
 3. Tanaman varietas resisten
8. Penyakit layu cendawan dan busuk kering pada umbi (dry-rot)
- a. Pathogen penyebab: cendawan *Fusarium spp.*
 - b. Gejala pada tanaman:

Tanaman layu menguning yang berawal hanya sebagian daun dan tangkainya, tangkai daun merunduk (epinasti) dan menggantung pada batangnya kemudian kering dan akhirnya lepas. Feskuler batang diskolorasi, terjadi kerusakan pada bagian kortek akar, stolon dan pagkal batang yang berwarna coklat.
 - c. Gejala pada umbi terinfeksi
- Spiseies *fusarium* yang menyerang umbi menyebabkan gejala busuk kering. Gejala diawali dengan adanya bercak coklat kecil pada permukaan umbi, kemudian berkembang menjadi busuk cekung kering dan keriput. Pada bagian permukaan umbi, kemusian berkembang menjadi busuk cekung kering dan keriput. Pada bagian permukaan yang busuk sering tumbuh myselium yang banyak mengandung spora. Pada saat umbi di panen tidak terlihat gejala infeksi tetapi setelah dalam penyimpanan kurang lebih setelah 2 minggu gejala

mulai tampak dan penyakit terus berkembang selama dalam penyimpanan. Tunas umbi yang terangsang tidak bisa tumbuh menjadi tanaman.

d. Penularan dan penyebaran

Penyakit ditularkan dan disebarkan melalui tanah tetapi inoculum primer dari umbi yang terinfeksi

e. Kondisi lingkungan

Penyakit busuk kering berkembang dengan cepat pada kelembaban tinggi suhu 15° - 20° C dan kurangnya oksigen di gudang akan mempercepat infeksi sekunder oleh *Erwinia carotofora* sehingga umbi terinfeksi menjadi busuk lunak dan basah serta mengeluarkan aroma bau busuk kahhas.

f. Tindakan pengendalian

- 1) Tidak menanam benih yang terinfeksi
- 2) Umbi yang dipanen dan akan disimpan di gudang harus benar-benar dari tanaman yang jaringannya sudah mati.
- 3) Usahakan pada saat panen tidak luka pada umbi, karena perkembangan busuk kering dirangsang oleh adanya luka
- 4) Usahakan kondisi gudang tidak lembab, ventilasi dan aerasi baik selama umbi dalam penyimpanan
- 5) Perlakuan benih dengan penyemprotan atau perendaman dengan larutan fungisida atau dibedaki dengan tepung fungisida sebelum penyimpanan di gudang sesuai dosis anjuran
- 6) Jangan banyak menggeser atau memindahkan umbi di gudang sampai umbi untuk siap ditanam
9. penyakit kanker atau kudis lack (Black scurf)

a. Pathogen penyebab: cendawan *Rhizoctonia solani*

b. Gejala pada tanaman

Tanaman tegak kerdil dan roset pada bagian pucuk pucuk daun menggulung kearah dalam dengan tepi daun berwarna ungu. Internodia batang lebih pendek, nekrosis pada pangkal akar, stolon busuk coklat tua sampai hitam, dan timbul umbi-umbi kecil pada batang di atas permukaan tanah.

c. Gejala pada umbi terinfeksi

Umbi yang terinfeksi bentuknya tidak beraturan (deformasi) dan pada permukaan umbi melekat kuatskletoria dan rhizoctonia berupa noda-noda berwarna coklat tua sampai hitam yang sulit di lepas,

d. Penularan dan penyebaran

Rhizoctonia solani ditularkan melalui tanah dan terjadi pada areal dataran tinggi dengan suhu tanah rendah. Penyebaran efektif melalui benih yang terinfeksi.

e. Kondisi lingkungan yang optimum suhu tanah rendah, kelembaban tinggi dan suhu optimum untuk perkembangan penyakit adalah 18° C.

f. Tindakan pengendalian

- 1) Mengkombinasikan benih sehat bebas *Rhizoctonia* dan perlakuan benih dengan fungisida sistemik
- 2) Perlakuan tanah dalam skala kecil dengan benomyl dapat mereduksi inoculum dalam tanah.

10. Nematoda bintil akar (*Root Knot Nematode*)

a. Pathogen penyebab: nematode *Meloidogyne spp.*

b. Gejala pada tanaman

Gejala pada tanaman di atas permukaan tanah tergantung kepadatan populasi nematode dalam tanah, secara umum tanaman menjadi kerdil dan menguning serta cenderung layu pada cuaca panas. Daun yang menguning akhirnya kering dan jatuh.

c. Gejala pada umbi terinfeksi

Pada permukaan umbi tumbuh bintil-bintil seperti jerawat yang letaknya lebih banyak di sekitar lekukan calon mata tunas. Dalam jerawat atau bintil bila di bedah terdapat *Meloidogyne betina*. Jerawat-jerawat tersebut akan pecah dan menimbulkan bekas berupa kawah-kawah kecil sehingga tampak seperti kulit yang mengelupas.

- d. Penularan melalui tanah dan disebarkan melalui benih yang terinfeksi
 - e. Kondisi lingkungan
Kondisi tanah bertekstur pasir dan basah-kebasahan (kapasitas air lapang) dan suhu tanah 25° - 28° C meningkatkan kecepatan siklus hidup dan pergerakan nematode dalam tanah
 - f. Tindakan pengendalian
 - 1) Rotasi tanaman dengan bukan tanaman inang *Meloidogyne spp.* Meskipun *Meloidogyne* mempunyai kisaran inang luas, jagung dan kubis cukup baik sebagai tanaman rotasi.
 - 2) Mengosongkan lahan dengan di olah bersih
 - 3) Aplikasi nematisida seperti dengan *carbofuran* dengan dosis sesuai dengan anjuran bersamaan pada saat tanam. Aplikasi ke dua sangat di anjurkan yaitu pada saat pengguludan pertama
 - 4) Menggunakan benih sehat bebas darinemaoda bintil akar
11. Nematode sista kuning/ NSK (*Golden cyst nematode*)
- a. Pathogen penyebab: *Nematoda Globodera rostochiensis*
 - b. Gejala pada tanaman:
Gejala pada tanaman akan tampak pada tingkat populasi tertentu NSK didalam tanah, jika populasi NSK dalam tanah rendah gejala sulit di bedakan dengan gejala fisiologis lainnya. Gejala serangan nemmatoda sista kuning tanaman kerdil, daun menguning terang yang berbeda dengan menguning layu fusarium, daun yang menguning sebagian menjadi kering, tanaman cenderung layu pada tengah hari. Bila tanaman dicabut akar sekunder putus-putus dan tampak pada sebagian perakaran sejumlah sista nematode sista kuning. Pada permukaan akar bentuk bulat (diameter 0,4 - 0,5 mm) warna kuning emas sampai coklat. Tanaman yang terserang umbinya sedikit dan kecil. Stolon pendek sehingga umbi seperti menempel atau lengket kepada pangkal akar. Pada tanah sekitaran banyak ditemukan sista yang lepas dari perakaran.

c. Gejala pada umbi

Pada umbi tidak tampak gejala, pada tingkat populasi nematode sista kuning atau intensitas serangannya berat, nematode sista kuning dapat terbawa benih ikut pada kotoran atau tanah yang melekat pada permukaan umbi atau berada pada lekukan mata umbi.

d. Penularan dan penyebaran

Nematode sista kuning menular secara pasif yaitu melalui umbi benih, tanah yang terbawa oleh alat-alat pertanian, kendaraan, sepatu dan angin.

e. Kondisi lingkungan nematode sista kuning menghendaki suhu tanah dingin. Pada suhu tanah 10° c, dan kelembaban antara 50 - 75% larva nematode sista kuning akan aktif dan serangan maksimum pada akar terjadi pada suhu 16° c, perkembangan nematode sista kuning di pengaruhi oleh senyawa kimia yang di keluarkan oleh akar (eksudat akar) inang yang baik. Pada kondisi stres seperti tanah kering dan suhu ekstrim nematoda sista kuning dapat bertahan dengan membentuk sista. Nematode sista dalam bentuk sista dapat bertahan 15 - 20 tahun tanpa inang. Bila ada atanaman inang kembali maka telur dalam sista akan terangsang oleh eksudat akar akan menetas dan keluar larva juvenile 2 (J2) yang infeksi menyerang akar.

f. Tindakan pengendalian

Belum ada sistem atau cara pengendalian yang direkomendasikan efektif untuk nematode sista kuning, semua cara pengendalian di asumsikan dengan cara untuk nematode bintil akar.

8. Prosedur Sertifikasi Benih Kentang

A. Permohonan Sertifikasi

1. Pemeriksaan untuk sertifikasi benih di lakukan atas dasar permohonan dari produsen atau penangkar selaku pemohon

yang mengajukan sertifikasi kepada balai pengawasan dan sertifikasi benih dan atau penyelenggara sertifikasi benih lainnya.

2. Satu permohonan hanya berlaku untuk satu varietas dan satu unit sertifikasi
3. Pemohon selaku produsen atau penangkar benih dapat sebagai perorangan, kelompok, koperasi, lembaga pemerintah, lembaga berbadan hukum, swasta dan lainnya yang memenuhi persyaratan yang telah di tetapkan untuk memproduksi benih bersertifikat.

B. Lingkup Pemeriksaan

1. Kelas benih yang di periksa
Kelas benih yang di periksa adalah benih dasar (G1 dan G2) benih pokok (G3) dan benih sebar (G4)
2. Pemeriksaan yang harus di laksanakan
Pemeriksaan yang harus dilaksanakan terhadap benih sumber yang akan di tanam dan calon areal lahan yang akan digunakan. Pemeriksaan tanaman di lapangan selama fase pertumbuhan dan pemeriksaan umbi di gudang setelah panen.

C. Prosedur Pemeriksaan

1. Pemeriksaan penndahuluan
 - a. Waktu pemeriksaan
Dilaksanakan setelah benih sumber diterima dan pemeriksaan di lakukan sebelum tanam.
 - b. Target dan metoda pemeriksaan
Pemeriksaan di lakukan untuk setiap unit areal lahan sesuai yang di ajukan pemoho. Pemeriksaan di lakukan berdasarkan pada hal-hal sebagai berikut:
 - 1) Kebenaran benih sumber yang di gunakan
 - 2) Areal lahan yang akan di gunakan terisolasi daritanaman konsumsi di sekitarnya minimal berjarak 10 meter, tidak di tanamami kentang atau tanaman sefamilynya untuk 3 musim tanam sebelumnya. Areal lahan bebas dari nematode sista kuning.

- 3) Rumah kaca yang akan di gunakan untuk perbanyak beih kentang kelas G1, harus kedap serangga.
2. Pemeriksaan lapangan
 - a. Waktu pemeriksaan
 - 1) Pemeriksaan pertama dilaksanakan pada umur tanaman 30 - 40 hari setelah tanam,
 - 2) Pemeriksaan pertama dilaksanakan pada umur tanaman 40 - 50 hari setelah tanam,
 - 3) Pemeriksaan pertama dilaksanakan pada umur tanaman 50 - 70 hari setelah tanam,
 - b. Target dan metoda pemeriksaan
Pemeriksaan di lakukan untuk setiap unit areal pertanaman berdasarkan pada hal-hal sebagai berikut.
 - 1) Pemeriksaan areal lahan pertanaman terisolasi minimal 10 meter dari lahan konsumsi,
 - 2) Inveksi virus, bakteri, cendawan dan nematodesista kuning pada pertanaman dan campuran varietas lain dilakukan pasa saat yang sama,
 - 3) Pemeriksaan dilakukan pada minimal 1000 tanaman secara acak untuk setiap unit areal Penangkaran. Untuk pemeriksaan benih kentang kelas G1 di rumah kaca di lakukan terhadap seluruh tanaman.
 - 4) Jumlah tanaman yang terinfeksi oleh virus, bakteri, cendawan dan jumlah campuran varietas lain yang ada dalam pertanaman harus memenuhi standar pemeriksaan yang ditentukan.
 - 5) Pemeriksaan ulang hanya di berikan satu kali kesempatan, dilaksanakan sebelum pemeriksaan fase berikutnya.
 - 6) Jenis penyakit yang di periksa dan standar pemeriksaan untuk setiap kelas benih sebagai mana tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Standar pemeriksaan lapangan

No	Faktor	Benih dasar (G1)	Benih dasar (G2)	Benih dasar (G3)	Benih dasar (G4)
1	Isolasi (min)	-	0,0%	0,1%	0,5%
2	Virus (campuran varietas lain (max)	0,0%	0,0%	0,1%	5,0%
3	Virus (PLRV,PVS, PVX,PVY,)	0,0%	0,1%	0,5%	2,0%
4	layu bakteri (<i>Ralstoniasolancearum</i>) (max)	0,1%	0,5%	1,0%	1,0%
5	Busuk daun (<i>Phthophorain-festans</i>) dan penyakit lain serangan berat (max)	2,0%	10,0%	10,0%	10,0%
6	Nematode sista kuning (<i>Globedera rosthochiensis</i>)	-	0,0%	0,0%	0,0%
7	Pengelolaan lapang atau pengelolaan rumah kaca				

Pengelolaan lapang atau rumah kaca:

- Apabila pengelolaan lapang tidak baik, seperti banyak volunteer, gulma yang menjadi sumber penyakit dan aphid sebagai faktor virus yang tidak dikendalikan, maka lapangan di tolak untuk di lanjutkan pemeriksaan.
- Jika pemeriksaan tidak memungkinkan untuk dilaksanakan karena kerusakan mekanis pada daun, kerusakan berat oleh serangga dan atau pertumbuhan yang merana, maka lapangan di tolak untuk di lanjutkan pemeriksaan.
- Apabila pengelolaan rumah kaca tidak baik seperti kondisi kaca atau bangunan yang menyebabkan serangga masuk dan atau ditemukan aphid, sterilisasi media atau tanah kurang baik sehingga banyak gulma dan kemungkinan masih muncul penyakit tular tanah, maka pemeriksaan ditolak untuk dilanjutkan.

1. Pemeriksaan Umbi Gudang

a. Waktu pemeriksaan

Pemeriksaan dilakukan setelah sortasi, pembuatan lot atau kelompok benih dan mulai pecah dormansi

b. Target dan metoda pemeriksaan

- 1) Pemeriksaan dilakukan terhadap lot atau kelompok umbi yang berasal dari unit lapangan yang telah lulus pemeriksaan
- 2) Pemeriksaan dilakukan terhadap umbi yang terinfeksi bakteri, cendawan, nematode bintil akar, nematoda sista kuning, umbi rusak karena serangan hama penggerek umbi rusak oleh mekanis dan serangga binatang kecil serta varietas lain yang tercampur.
- 3) Pemeriksaan dilakukan pada minimal 1000 knol umbi yang di ambil secara acak dari kelompok atau lot umbi 1 lot maksimal 15 ton.
- 4) Pemeriksaan ulang dapat dilaksanakan maksimum 1 minggu setelah pemeriksaan utama
- 5) Jenis penyakit yang dipriksa dan standar pemeriksaan untuk setiap kelas benih sebagaimana dalam tercantum dalam tabel 2.

Tabel 4. Standar Pemeriksaan Umbi

No	Faktor	Benih Dasar (G1)	Benih Dasar (G2)	Benih Dasar (G3)	Benih Dasar (G4)
1	Busuk coklat (<i>Ralstonia solanacearum</i>) dan busuk (<i>Erwinia carotovora</i>) (max)	0,0%	0,3%	0,5%	0,5%
2	Kudis (<i>Strepthomyces scabies</i>) powdery scab (<i>Spongospora subterranea</i>) Kubis lak (<i>Rhizoztonia solani</i>) dan hawar ubi (<i>Phytophthora infestans</i>) (kecuali infeksi ringan) (max)	0,5%	3,0%	5,0%	5,0%
3	Busuk kering (<i>Fusarium spp</i>) (max)	0,1%	1,0%	3,0%	3,0%
4	Kerusakan oleh penggertek ubi (<i>Phthorimaea opercullele</i>) (max)	0,5%	3,0%	5,0%	5,0%
5	Nematode sista kuning (<i>Globodera rosthociensis</i>)	-	0,0%	0,0%	0,0%
6	Nematode bintil akar (<i>Meloido-gyne spp.</i>) (infeksi ringan) (max)	0,5%	3,0%	5,0%	5,0%
7	Campuran varietas lain (max)	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%

8	Kerusakan mekanis serangga, binatang atau hewan kecil (kecuali infeksi ringan) (max)	0,5%	3,9%	5,9%	5,0%
---	--	------	------	------	------

d. Penertiban sertifikat

1. Sertifikat di keluarkan untuk setiap lot atau benih setelah lulus pemeriksaan dan lulus persyaratan untuk diedarkan.
2. Sertifikasi harus berisi minimal menerangkan identitas benih antara lain varietas, kelas benih dan volume benih nama dan alamat produsen atau penangkkar benih tanggal panen.

e. Pelabelan

1. Kelompok benih yang lulus sertifikasi harus segera dipasang label pada setiap kemasan sebelum diedarkan.
2. Label warna di bedakan berdasarkan kelas benih.
 - a. warna putih untuk kelas benih dasar (G1) dan (G2)
 - b. warna ungu untuk kelas benih pokok (G3)
 - c. warna ungu untuk kelas benih sebar (G4)
3. Label berisi minimal nomor seri label nomor lot atau kelompok benih, nama dan alamat produsen atau penangkar jenis tanaman, varietas, berat bersih, ukuran umbi, tunggal panen dan tunggal pemasangan label.
4. Label yang telah di isi dengan lengkap dan sumber harus dilegalisasi oleh balai pengawasan dan sertifikasi benih atau intansi sertifikasi lainnya.
5. Label harus dipasang pada setiap kemasan dengan benar dengan pengawasan petugas balai pengawasan dan sertifikasi benih atau intansi sertifikasi lainnya, petugas melakukan supervise dalam pemasangan label.

BAB VI

BERBAGAI HASIL PENELITIAN KENTANG PADA BERBAGAI PERLAKUAN

Beberapa penelitian kentang di dataran tinggi dan medium misalnya:

Respons Pertumbuhan dan Hasil Kentang terhadap Jenis bioetanol dan Ekstrak Daun Gamal di dataran medium.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT). Petak utama adalah penggunaan Ekstrak Daun Gamal dan tanpa perlakuan dengan ekstrak daun gamal. Ekstrak daun gamal yang terdiri dari 3 taraf perlakuan yaitu 0 ml/l air, 200 ml/ l air, and 400 ml/ l air. Anak petak adalah penggunaan bioetanol dengan 4 taraf yaitu, tanpa perlakuan bioetanol, bioetanol dari eceng gondok, bioetanol dari kulit singkong, dan bioetanol dari kulit kentang. Hasil penelitian yang telah diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tinggi Tanaman (cm) umur 30, 45, 60, dan 75 HST dengan perlakuan jenis bioetanol dan ekstrak daun gamal

Perlakuan	Tinggi Tanaman			
	30 HST	45 HST	60 HST	75 HST
B0 (tanpa bioetanol)	20,74	42,57 ^a	60,11 ^{ab}	68,22 ^a
B1 (bioetanol eceng gondok)	21,09	44,61 ^b	59,86 ^a	68,90 ^a
B2 (bioetanol kulit singkong)	21,45	44,15 ^b	60,56 ^b	70,09 ^b
B3 (bioetanol kulit kentang)	21,85	46,24 ^c	61,50 ^c	71,50 ^c
Uji BNJ 0,05	1,40	1,78	1,39	1,79
G0 (0%)	20,87 ^a	43,35 ^a	57,91 ^a	66,66 ^b
G1 (20%)	20,58 ^a	43,58 ^a	60,15 ^b	69,23 ^c
G2 (40%)	22,41 ^b	46,25 ^b	63,46 ^c	73,14 ^a
Uji BNJ 0,05	1,40	2,72	4,43	2,67

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf α 0,05

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan jenis bioetanol memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter tinggi tanaman umur 45 HST, 60 HST dan 75 HST. Perlakuan ekstrak daun gamal 40% (G2) menghasilkan tinggi tanaman yang tertinggi dibandingkan perlakuan 20% (G1) dan 0% (G0) (Tabel 1). Hal ini disebabkan pengaruh jenis bioetanol berpengaruh terhadap aktifitas fisiologis tanaman kentang terutama fotosintesis. Respons tanaman kentang terhadap bioetanol akan merespons tingkat pertumbuhan tanaman, bahkan antar organ dan tingkat pertumbuhan (Zakaria, 2010; Muhibuddin *et al*, 2016).

Bioetanol dari kulit kentang (B3) dan dari kulit singkong (B2) meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan pengaruh perlakuan bioetanol dari eceng gondok (B1) dan tanpa bioetanol (B0). Hal ini disebabkan karena etanol dari kulit kentang dan dari kulit singkong yang disemprotkan pada tanaman kentang memiliki komposisi yang lebih lengkap dan mudah terurai dalam mesofil daun menjadi CO_2 , sehingga konsentrasi CO_2 dalam mesofil daun meningkat, selanjutnya ratio CO_2 terhadap O_2 meningkat, menyebabkan laju fotosintesis meningkat dan selanjutnya meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman kentang. Demikian pula perlakuan konsentrasi ekstrak daun gamal berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada umur 30, 45, 60, dan 75 HST. Ekstrak daun gamal 40% (G2) menghasilkan tinggi tanaman yang tertinggi dan berturut turut 20% (G1) dan tanpa ekstrak daun gamal (G0).

Menurut Glover (1989), biomassa daun gamal biasanya dihasilkan dari Ekstrak daun gamal dapat berperan sebagai pestisida nabati (Chirwa *et al.*, 2007; Akharaiyi *et al.*, 2012; Kumar *et al.*, 2016), untuk mengendalikan hama dan penyakit (Akinnifesi *et al.*, 2007; Togashi *et al.*, 2007; Reddy dan Jose, 2010), mendorong pertumbuhan, pengembangan, hasil umbi (Togashi *et al.*, 2007; Akharaiyi *et al.*, 2012), dan mengandung nitrogen untuk kesuburan tanah (Akinnifesi *et al.*, 2007; Chirwa *et al.*, 2007).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa (Tabel..2) perlakuan jenis bioetanol memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter jumlah umbi per tanaman pada akhir percobaan. Perlakuan B3 bioetanol

kulit kentang (B3) menghasilkan jumlah umbi yang terbanyak dibandingkan perlakuan bioetanol eceng gondok (B1) dan tanpa bioetanol (B0). Konsentrasi ekstrak daun gamal 40% (G2) menghasilkan jumlah umbi per tanaman terbanyak dan berbeda nyata dengan 20% (G1) dan 0% (G0). Hal ini disebabkan karena bioetanol dalam daun tanaman kentang akan terurai menjadi CO₂ dan air, sehingga dapat mensubstitusi kehilangan CO₂ dalam kloroplas mesofil daun tanaman golongan C3 (Littlewood *et al.*, 2014). Pada daerah tropis dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi mengakibatkan laju transpirasi daun akan meningkat sejalan dengan peningkatan intensitas cahaya yang diterima permukaan daun, suhu daun secara beransur-ansur ikut meningkat, turgiditas sel menurun dan stomata menyempit (Zakaria, 2010; Muhibuddin *et al.*, 2014). Penggunaan bioetanol pada wilayah dengan intensitas radiasi tinggi pada tanaman C3 termasuk kentang meningkatkan efisiensi penggunaan air, pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Nomomura dan Benson, 1992), dan selanjutnya mempengaruhi jumlah umbi (Muhibuddin *et al.*, 2018)

Tabel 2. Jumlah umbi (buah) pertanaman dengan perlakuan jenis bioetanol dan ekstrak daun gamal

Perlakuan	G0 (0%)	G1 (20%)	G2 (40%)	Rata- Rata	UJI BNJ 0.05
B0 (tanpa bioetanol)	3,52	3,54	3,52	3,53 ^a	0.04
B1 (bioetanol eceng gondok)	3,55	3,57	3,57	3,57 ^b	
B2 (bioetanol kulitsingkong)	3,56	3,61	3,66	3,61 ^c	
B3 (bioetanol kulit kentang)	3,58	3,62	3,65	3,62 ^c	
Rata-rata	3,56 ^a	3,59 ^b	3,60 ^c		
UJI BNJ 0.05				0.05	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf α 0,05

Produksi kentang per hektar tertinggi pada perlakuan bioetanol kulit kentang (B3) (Tabel...), merupakan resultante dari proses fotosintesis, respirasi, dan translokasi. Distribusi asimilat yang menyebar ke setiap umbi menyebabkan tingginya bobot umbi yang dipengaruhi oleh jumlah dan diameter umbi selama pertumbuhan generatif tanaman kentang

(Okasawa, 1983). Peningkatan hasil umbi per hektar sejalan dengan peningkatan jumlah umbi, diameter umbi, dan bobot umbi akibat tingginya laju fotosintesis, karena peningkatan CO₂ internal dalam mesofil daun yang didukung iklim dengan mikro tanaman (suhu dan kelembaban udara) lokasi penelitian. Hal ini sejalan pernyataan Salisbury dan Ross (1992) bahwa kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis akan sangat menentukan jumlah asimilat tanaman yang tersimpan sebagai cadangan asimilat dalam bentuk umbi.

Bioetanol yang disemprotkan ke daun meresap ke dalam daun dan terurai menjadi gas CO₂ terperangkap dalam ruang inter-cellular mesofil daun, selanjutnya akan meningkatkan konsentrasi CO₂. Peningkatan konsentrasi CO₂ internal selanjutnya akan memperbesar afinitas Rubisco (Ribulosa bi-phosphate carboxylase/ oxidase) ke arah karboksilase, sehingga laju fotosintesis meningkat sedangkan proses fotorespirasi tertekan (McGiffen dan Manthey, 1996; Muhibuddin *et al.*, 2016).

Tabel5. Produksi kentang (ton/ hektar) dengan perlakuan jenis bioetanol dan ekstrak daun gamal

Perlakuan	G0 (0%)	G1 (20%)	G2 (40%)	Rata- Rata	UJI BNJ 0.05
B0 (tanpa bioetanol)	13,12 ^a	14,22 ^d	14,70 ^f	14,02 ^a	0.18
B1(bioetanol eceng gondok)	13,98 ^b	14,49 ^e	15,14 ^g	14,54 ^b	
B2 (bioetanol kulit singkong)	14,09 ^c	14,64 ^f	15,29 ^h	14,68 ^e	
B3 (bioetanol kulit kentang)	14,07 ^c	14,65 ^f	15,40 ⁱ	14,71 ^e	
Rata-Rata	13,82 ^a	14,50 ^b	15,14 ^e		
Uji BNJ 0.05	0.42				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata pada uji BNJ pada taraf α 0,05

Respon Varietas Kentang terhadap Suhu Tinggi oleh Tatik Wardiyati, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang

Pengujian terhadap 10 varietas dan klon pada ketinggian 500 dan 10 m Di atas permukaan laut di Jawa Timur untuk mempelajari respon masing-masing terhadap suhu tinggi (Tabel 12).

Tabel 12. Uji Varietas terhadap Suhu Tinggi

No.	Varietas	500 m Dpl (ton/ ha)	10 m Dpl (ton/ha)	% penurunan
1	Sebago	27	0	100
2	Conchita	2	0	100
3	Desiree	15	0,33	98
4	Monstera	16	0,15	97
5	Katela	2	0,06	97
6	Cipanas	19	2,50	87
7	Delaware	19	1,6	91
8	Red Pontiac	21	11	45
9	77045-88A	22	13	40
10	1282	10	8	31

Berdasarkan Tabel 12 menunjukkan bahwa pada ketinggian 500 m Dpl, semua varietas masih dapat membentuk umbi walaupun hasilnya bervariasi antara 2 – 27 ton/ ha, sedangkan pada ketinggian 10 m Dpl, hanya dua varietas yang mampu menghasilkan umbi lebih tinggi dari 10 ton/ha. Pada ketinggian 500 m dpl hanya 3 varietas yang menghasilkan umbi di bawah 10 ton/ ha, yaitu Conchita, Ketela, dan Klon 1218-17. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada ketinggian 500 m dpl, masih memungkinkan untuk budidaya kentang, sedangkan pada ketinggian 10 m Dpl, tidak cocok untuk budidaya kentang.

Hasil pengujian yang dilakukan di rumah kaca di Malang dengan suhu rata-rata 35/ 24°C menunjukkan bahwa hanya 6 diantara 31 varietas yang diuji mempunyai bobot umbi lebih besar 100 g/ stek, yaitu Red Pontiac, DTO 28, 77045-59, Katahdin, Desiree, dan Spunta sedangkan lainnya lebih kecil 100 g/ batang stek.

Tabel 13. Pengaruh suhu Udara terhadap Insiasi Umbi (hari)

Suhu Siang/Malam (°C)	Red Pontiac	Sebago
23/13	17	18
28/18	19	20
33/23	24	28

Pada Tabel 13 dan 14 menunjukkan bahwa respon kentang terhadap suhu tinggi ketika saat pembentukan umbi, semua varietas yang diuji akan mengalami kemunduran saat inisiasi umbi dengan meningkatkan suhu

atau menurunnya ketinggian tempat. Pada percobaan di Laboratorium dengan suhu normal (23/13 °C) inisiasi umbi terjadi pada umur kurang dari 20 hari, yaitu 18 hari untuk Red Pontiac dan 19 hari untuk Sebago, sedangkan pada suhu tinggi 33/23 °C inisiasi terjadi pada umur 24 untuk Red Pontiac dan 28 hari untuk Sebago. Hal tersebut menunjukkan bahwa Red Pontiac lebih toleran terhadap suhu tinggi dibandingkan Sebago, karena kenaikan suhu 10°C menyebabkan pengunduran saat inisiasi umbi 7 hari pada Red Pontiac dan 10 hari pada Sebago. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap hasil umbi karena umur pengisian umbi akan berkurang sehingga setiap varietas mempunyai bobot umbi yang berbeda pula.

Tabel 14. Pengaruh Tinggi Tempat terhadap Pembentukan Umbi (Inisiasi)

Varietas	500 m Dpl	300 m Dpl	10 m Dpl
DTO	33	37	45
Cipanas	32	35	46
Aquila	36	39	56
Cosina	36	40	48

Tabel 14 menunjukkan bahwa di lapang dengan ketinggian 10 m Dpl umbi mulai terbentuk sesudah umur 40 hari lebih, berarti waktu pengisian umbi sangat pendek. Pada ketinggian 300 m Dpl saat inisiasi umbi terjadi pada umur <40 hari, sehingga masih memungkinkan untuk memberikan hasil tinggi dengan waktu pengisian >60 hari apabila umur panen 100 hari.

Pertumbuhan dan Produksi dua varietas Kentang pada Berbagai Ketinggian Tempat di dataran Medium dengan Suplemen Metanol

Tabel 15. Tinggi tanaman dua varietas kentang dengan ketinggian tempat di atas permukaan laut (Dpl) dengan aplikasi metanol.

Perlakuan	Tinggi Tanaman			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
V ₁ (Granola)	16,87	27,73	68,72 ^a	79,39
V ₂ (Atlantik)	16,56	27,24	66,56 ^b	78,27
H ₁ (±400 m) (30/24°C)	15,84	26,58 ^a	67,30 ^a	77,37 ^a

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

H ₂ (600 m) (29/22°C)	16,84	27,67 ^{ab}	67,53 ^{ab}	78,01 ^{ab}
H ₃ (800 m) (26/21°C)	17,47	28,21 ^b	69,25 ^b	81,64 ^b

Hasil penelitian menunjukkan aplikasi metanol 15% setiap dua minggu pada dua varietas kentang (Granola dan Atlantik) pada ketinggian/suhu yang berbeda (\pm 400 m (30/24°C), \pm 600 m (29/22°C, dan \pm 800 m (26/21°C) (Tabel 15) memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter pertumbuhan, produksi dan mutu kentang. Hal ini disebabkan pengaruh metanol terhadap pertumbuhan, produksi dan mutu kentang tidak terlepas dari aktivitas fisiologis tanaman kentang, terutama fotosintesis. Aktivitas fotosintesis menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman kentang.

Perlakuan varietas Granola menghasilkan tinggi tanaman, terutama pada umur 6 MST, yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Atlantik. Hal ini berkaitan dengan tipe pertumbuhan kedua varietas, yang disebabkan perbedaan genotip yang menyebabkan perbedaan kemampuan masing-masing varietas dalam mengabsorpsi hara, terutama CO₂. Hasil penelitian Mueller *et al.*, (2004) menunjukkan bahwa pengaruh unsur hara pada pertumbuhan tanaman tergantung antara lain oleh konsentrasi CO₂ dan jenis tanaman. Absorpsi unsur hara yang tinggi sangat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif yang pada akhirnya menentukan fase reproduktif. Selain itu, perbedaan karakteristik varietas Granola dan Atlantik yang berpengaruh terhadap aktifitas foto-sintesis yang menentukan pertumbuhan tinggi tanaman. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan maupun produksi tanaman kentang adalah spesies atau jenis tanaman yang berkaitan dengan genotipe (Mantel *et al.*, 1985).

Ketinggian tempat di atas permukaan laut, menghasilkan tinggi tanaman yang berbeda. Ketinggian H₃ (800 m) (26/21°C) menghasilkan tinggi tanaman yang tertinggi pada 8 MST dibandingkan dengan 600 m Dpl (H₂) dan 400 m Dpl (H₁), dengan aplikasi metanol konsentrasi 15%. Hal ini disebabkan Tanggapan tumbuhan terhadap cekaman suhu (rendah maupun tinggi) berbeda antar spesies bahkan antar organ dan tingkat perkembangan tumbuhan (Harjadi dan Yahya, 1988).

Secara kuantitatif penentuan nilai absolute cekaman suhu tinggi sulit ditentukan namun nilai 15 °C diatas suhu tertinggi masing-masing kelompok dianggap sebagai ambang kerusakan panas terutama bagi golongan yang tidak tahan yaitu *psikrofil*, namun demikian ada jenis tertentu yang memiliki ambang kerusakan dibawah 15 °C. Sebagai contoh: Ganggang *Koliella tatrae* dapat tumbuh optimal pada suhu 4°C akan tetapi bila dalam waktu lama berada pada suhu 10°C dapat menyebabkan kematian untuk spesies ini.

Tabel 16. Jumlah umbi, diameter umbi, bobot umbi, dan hasil umbi dua varietas kentang dengan ketinggian tempat di atas permukaan laut (Dpl) dengan aplikasi metanol.

Parameter	Varietas	Ketinggian Tempat			Rataan
		H ₁ (±400 m) (30/24°C)	H ₂ (600 m) (29/22°C)	H ₃ (800 m) (26/21°C)	
Jumlah umbi (buah)	V ₁	9,10	9,64	10,02	9,59 x
	V ₂	7,41	8,21	8,27	7,96 y
	Rataan	8,26 a	8,93 ab	9,15 b	
Diameter umbi (Cm)	V ₁	3,87	4,12	4,15	-
	V ₂	3,78	3,91	3,90	-
	Rataan	3,83 a	4,02 b	4,03 b	
Bobot umbi (g)	V ₁	143,84	144,88	146,18	144,97 x
	V ₂	168,46	179,36	178,21	175,34 y
	Rataan	156,15 a	162,12 b	162,20 b	
Hasil umbi (ton/ ha)	V ₁	29,66	31,65	32,01	31,11 x
	V ₂	32,89	34,10	34,75	33,91 y
	Rataan	31,28 a	32,88 ab	33,38 b	

Keterangan: - ± 800 m (26/21°C = Ketinggian 800 meter di atas permukaan laut, dengan suhu siang hari rata-rata 26°C dan suhu malam hari rata-rata 21°C; Angka-angka yan diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%; - MST = Minggu Setelah Tanam.

Jumlah umbi dan bobot umbi lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Atlantik dan ketinggian tempat 800 m Dpl (26/21°C) memperlihatkan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketinggian 400 m Dpl (H₁), tetapi hasil umbi lebih tinggi pada varietas Atlantik (Tabel 16). Menurut Loveless (1997), jumlah umbi yang ter-

bentuk banyak dapat berakibat pada penurunan bobot umbi. Akibatnya umbi yang telah tumbuh saling bersaing untuk mendapatkan asimilat dengan umbi yang baru muncul dari stolonnya, sehingga banyak calon umbi yang tidak tumbuh membesar karena kurangnya asimilat. Hal tersebut telah dilaporkan peneliti sebelumnya, bahwa jumlah umbi yang banyak akan berakibat pada penurunan bobot umbi (Subhan, 1990).

Hasil penelitian Mueller *et al.*, (2004) menunjukkan bahwa pengaruh unsur hara pada pertumbuhan tanaman tergantung antara lain oleh konsentrasi CO₂ dan jenis tanaman. Konsentrasi metanol 15% (M₃) meningkatkan jumlah umbi dan bobot umbi dibandingkan pengaruh perlakuan lainnya. Pengaruh tingkat konsentrasi metanol yang menghasilkan CO₂ terhadap komponen produksi, terutama jumlah umbi, bobot umbi dan diameter umbi juga berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif tanaman kentang.

Jumlah umbi, dan bobot umbi, lebih tinggi pada varietas Granola dibandingkan dengan varietas Atlantik pada ketinggian yang berbeda, sedangkan pada hasil umbi lebih tinggi pada varietas atlantik dan diameter umbi tidak memperlihatkan perbedaan antara kedua varietas. Perbedaan tersebut disebabkan karena persyaratan minimum yang harus dipenuhi untuk pertumbuhan dan perkembangan setiap varietas kentang berbeda-beda. Apabila suhu siang terlalu tinggi maka aktifitas fotosintesis akan berkurang karena disertai dengan fotorespirasi yang tinggi. Demikian pula suhu malam yang tinggi menyebabkan transport gula dari daun ke dalam umbi menurun, sehingga akumulasi pati dalam umbi rendah. Oleh karena itu, akan terjadi penurunan hasil pada varietas sensitive suhu tinggi karena tidak terjadi tranpor karbohidrat ke dalam umbi, semua diurai kembali menjadi energy untuk pembentukan daun atau bagian atas tanaman.

Selain keragaman antar daerah, suhu juga bervariasi berdasarkan waktu, baik suhu udara maupun suhu tanah (pagi-siang-sore). Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan tanaman dikenal sebagai suhu kardinal yaitu meliputi suhu optimum (pada kondisi ini tanaman dapat tumbuh baik), suhu minimum (pada suhu di bawahnya tanaman tidak dapat

tumbuh), serta suhu maksimum (pada suhu yang lebih tinggi tanaman tidak dapat tumbuh). Suhu kardinal untuk setiap jenis tanaman memang bervariasi satu dengan lainnya.

Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman dibedakan sebagai berikut: (1) Batas suhu yang membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan (2) Batas suhu yang tidak membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Batas suhu yang membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman diketahui sebagai batas suhu optimum. Pada batas ini semua proses dasar seperti: foto-sintesis, respirasi, penyerapan air, transpirasi, pembelahan sel, per-panjangan sel dan perubahan fungsi sel akan berlangsung baik dan tentu saja akan diperoleh produksi tanaman yang tertinggi. Batas suhu optimum tidak sama untuk semua tanaman, sebagai contoh: apel, kentang, sugar-beet menghendaki suhu yang lebih rendah dibandingkan: tanaman jeruk, ketela rambat atau gardenia.

Batas suhu yang tidak menguntungkan dikelompokkan sebagai berikut: a) **Suhu di atas optimum**: tanaman yang tumbuh pada kondisi ini pada akhir pertumbuhannya biasanya menghasilkan produksi yang rendah. Hal ini disebabkan kurang adanya keseimbangan antara besarnya fotosintesis yang dihasilkan dan berkurangnya karbohidrat karena adanya respirasi. Bertambahnya suhu akan mempercepat kedua proses ini, tetapi di atmosfer di atas batas optimum, proses respirasi akan berlangsung lebih besar dari pada fotosintesis, sehingga bertambah tingginya suhu tersebut akan mengakibatkan berkurangnya produksi, dan b). **Suhu di bawah batas optimum**: tanaman yang tumbuh pada kondisi ini akan menghasilkan pertumbuhan yang kurang baik dan produksinya akan lebih rendah. Hal ini disebabkan pada suhu yang rendah besarnya fotosintesis yang dihasilkan dan protein yang dibentuk dalam keadaan minimum, akibatnya pertumbuhan dan perkembangan lambat dan produksi rendah.

Bobot umbi yang dihasilkan tanaman merupakan hasil proses fotosintesis, respirasi, dan translokasi. Glukosa yang terbentuk dari hasil fotosintesis segera diubah menjadi fruktosa atau bergabung

membentuk sukrosa, kemudian ditranslokasikan ke sel-sel yang lain atau mengalami polimerisasi menjadi hidrat arang sebagai cadangan makanan sementara dalam kloroplas. Sukrosa menuju dinding sel yang sedang membesar dan di sel tersebut diubah bentuknya menjadi komponen struktural seperti sellulosa. Sukrosa juga ditransfer ke bagian-bagian tanaman seperti ke tempat yang aktif tumbuh (meristem) atau ke tempat perubahan menjadi polisakarida sebagai cadangan makanan atau senyawa struktural (Gardner *et al*, 1985).

Varietas Atlantik yang memiliki jumlah umbi yang banyak dan bobot umbi yang tinggi karena proses distribusi asimilat yang menyebar ke setiap umbi menyebabkan persaingan dalam memperoleh asimilat dari source ke sink (umbi) lebih tinggi karena bobot umbi dipengaruhi oleh jumlah dan diameter umbi selama pertumbuhan generatif tanaman kentang (Okazawa, 1983).

Proses pembentukan umbi dapat diartikan sebagai aktivitas pembentukan jaringan penyimpan di bagian bawah tanaman yaitu stolon, sedangkan proses perkembangan umbi adalah merupakan kelanjutan dari proses pembentukan stolon, dimulai sejak terbentuknya umbi dan diikuti dengan penyimpanan bahan makanan sampai umbi tersebut mencapai jumlah dan ukuran tertentu (Chapman, 1998). Proses pembentukan umbi ini berhubungan erat dengan pertumbuhan tanaman (Swiezyнки *et al.*, 1998) dan kedua proses tersebut masih berhubungan dengan proses perkembangan umbi (Leopold dan Kriedman, 1988).

Tabel 17. Kadar bahan kering umbi, Kekerasan umbi, Ketebalan umbi dan Kandungan karbohidrat dua varietas kentang dengan ketinggian tempat di atas permukaan laut (Dpl) dengan aplikasi metanol.

Parameter	Varietas	Ketinggian Tempat			Rataan
		H ₁ (± 400 m) (30/24°C)	H ₂ (600 m) (29/22°C)	H ₃ (800 m) (26/21°C)	
Kadar bahan kering umbi (%)	V ₁	19,54	19,27	18,89	19,23 a
	V ₂	20,81	20,46	19,92	20,37 b
	Rataan	20,18 b	19,87 ab	19,41 a	

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

Kekerasan umbi (Psi)	V ₁	3,39	3,38	3,37	
	V ₂	3,41	3,39	3,39	
	Rataan	3,40 b	3,39 ab	3,38 a	
Ketebalan umbi (mm)	V ₁	0,26 ^a _x	0,27 ^b _y	0,27 ^b _y	
	V ₂	0,29 ^b _y	0,28 ^a _x	0,28 ^a _x	
Kandungan KH(g/100/g)	V ₁	19,16	19,15	18,62	18,98 x
	V ₂	20,38	20,20	19,70	20,09 y

Tabel 17 menunjukkan bahwa Berdasarkan uji Duncan menunjukkan bahwa kadar bahan kering umbi pada varietas Granola (V₁) lebih rendah dibandingkan dengan varietas Atlantik (V₂). Ketinggian tempat 800 m Dpl (H₃) menghasilkan kadar bahan kering umbi yang tertinggi dibandingkan dengan 400 m Dpl (H₁). Hal ini berkaitan dengan akumulasi bahan kering dalam umbi atau pertumbuhan umbi yang ditentukan oleh total asimilat yang tersedia dan kemampuan umbi untuk menyerap asimilat. Menurut Moorby (1998) disamping faktor intensitas cahaya, ketersediaan hara merupakan faktor yang sangat menentukan proses fisiologis tanaman, yaitu fotosintesis, respirasi, dan metabolisme lain yang akan mempengaruhi keseimbangan source dan sink pada tanaman yang berimplikasi pada tinggi rendahnya kadar bahan kering umbi.

Kekerasan umbi (Tabel 17) pada varietas Granola (V₁) tidak berbeda dibandingkan dengan varietas Atlantik (V₂). Ketinggian tempat 800 m Dpl (H₃) menghasilkan kekerasan umbi yang lebih rendah dibandingkan dengan 400 m Dpl (H₁) tetapi tidak berbeda nyata dengan 600 m Dpl (H₂). Tingginya kekerasan umbi pada pada 800 m Dpl (H₃) berkaitan dengan peningkatan karbohidrat pada umbi. Dimana karbohidrat yang menyusun dinding sel yang terdiri atas, selulosa, pectin, dan hemiselulosa dan polisakarida lain merupakan penguat antar sel pada umbi (Salunkhe dan Desai, 1994).

Ketebalan umbi (Tabel 17) menunjukkan bahwa interkasi varietas Granola (V₁) dan ketinggian tempat Dpl menghasilkan ketebalan kulit yang lebih rendah dibandingkan dengan interaksi varietas atlantik (V₂) dan ketinggian tempat Dpl. Interkasi varietas Granola (V₁) dan ketinggian tempat H₁ (±400 m) (30/24°C) menghasilkan ketebalan kulit umbi tertinggi (0,29 mm) pada interkasi V₂H₁ dan berbeda nyata

dengan V_2H_2 dan V_2H_3 . Peningkatan ketebalan kulit pada interkasi V_2H_1 berkaitan dengan meningkatnya kandungan karbohidrat umbi, dimana karbohidrat merupakan penyusun dinding sel yang terdiri dari hemiselulosa dan selulosa yang terakumulasi pada dinding sel pada kulit umbi. Menurut Permadi *dkk.*, (1989) kulit umbi (periderm) kentang tersusun oleh 6-10 lapisan sel berbentuk segi empat tanpa adanya rongga antarsel dan dinding sel mengalami suberisasi. Lapisan periderm telah mulai dibentuk sejak pembengkakan ujung stolon yang merupakan awal terbentuknya umbi (Salunkhe dan Desai, 1984). Sel-sel dalam lapisan terluar dari umbi (epidermis) membelah ke arah dalam umbi, sedangkan sel-sel dalam lapisan di bawah epidermis (hypodermis) membelah ke arah luar dengan bertambahnya kandungan karbohidrat umbi (Siswoputranto, 1989). Lapisan sel yang membelah ini disebut phellogen. Sel-sel yang baru terbentuk (phellem) akan merupakan komponen penyusun periderm (kulit) dan juga mengalami suberisasi.

Kandungan karbohidrat (Tabel 17) menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat pada varietas Granola (V_1) lebih rendah dibandingkan dengan varietas Atlantik (V_2). Ketinggian tempat Dpl, tidak berpengaruh terhadap kandungan karbohidrat umbi kentang, baik pada varietas Granola maupun pada varietas Atlantik. Peningkatan kandungan karbohidrat disebabkan karena pada konsentrasi metanol 15% mampu meningkatkan proses metabolisme karbohidrat tanaman kentang. Hal ini karena CO_2 merupakan bahan baku utama fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat (pati, pectin, hemiselulose, dan selulose (Schunkhe dan Desai, 2004). Konsentrasi metanol 15% (M_3) mampu meningkatkan kandungan karbohidrat, baik varietas granola maupun atlantik dibanding dengan pengaruh perlakuan M_0 tetapi tidak berbeda nyata dengan pengaruh perlakuan M_1 dan M_3 . Peningkatan kandungan karbohidrat dengan konsentrasi metanol 15% (M_3), karena metanol yang terurai menjadi CO_2 sebagai bahan bakudalam proses fotosintesis (Gardner *et al.*, 1985). Selain itu, CO_2 merupakan unsur esensial karena bagian karbohidrat, protein dan lemak (Salisbury dan Ross, 1995).

Keragaan Tanaman Kentang Hasil Teknologi Aeroponik dengan Pemanfaatan Ekstrak Daun Gamal dan Metanol di Lahan Dataran Medium

Aktifitas Fisiologis

a. Konsentrasi CO₂ Internal

Tabel 18. Konsentrasi CO₂ internal (ppm) tanaman kentang pada umur 30, 44, dan 58 HST dengan berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Umur HST	Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol		
		M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)
30	G ₁ (300 ml/l)	252,50	262,74	260,96
	G ₂ (400 ml/l)	254,40	265,10	264,98
	G ₃ (500 ml/l)	256,87	268,38	269, 83
	Rataan	254,59 ^y	265,41 ^x	265,26 ^{xy}
44	G ₁ (300 ml/l)	270,40	276,54	273,31
	G ₂ (400 ml/l)	273, 54	279,16	278,96
	G ₃ (500 ml/l)	273, 96	280, 80	279,54
	Rataan	272,63 ^y	287,83 ^x	277,27 ^x
58	G ₁ (300 ml/l)	281,16	289,80	288,45
	G ₂ (400 ml/l)	283,16	290,88	290,10
	G ₃ (500 ml/l)	283,96	291,69	288,31
	Rataan	282,76 ^y	290,79 ^x	288,95 ^x

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$; HST=Hari Setelah Tanam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi metanol konsentrasi (15%) setiap dua minggu pada tanaman kentang varietas granola menghasilkan konsentrasi CO₂ internal tertinggi (256,41 ppm) dibandingkan dengan konsentrasi 10%, baik pada pengamatan 30, dan 44, maupun pada 58 HST (Tabel 18). Konsentrasi CO₂ internal meningkat disebabkan karena metanol yang disemprotkan pada tanaman kentang, akan terurai menjadi CO₂ (McGiffen dan Manthey,1996: Zakaria, 2010), yang terperangkap dalam ruang intersellular mesofil daun, sehingga mampu memicu pelekatnya ke Rubisco (Ribulose-1,5-

bifosfat karbok-silase/oksigenase), secara proporsional meningkatkan aktivitas Rubisco yang selanjutnya meningkatkan laju fotosintesis.

Peningkatan CO_2 dapat terjadi melalui aliran massa CO_2 eksternal ke rongga sel mesofil daun (Jensen, 1990; Wolfe, 1994) dan penguraian metanol yang diberikan pada tanaman kentang (Zakaria, 2010; Muhibuddin, 2013). Larcher (1983) menyatakan tingkat penutupan dan pembukaan stomata bergantung pada intensitas radiasi, suhu, kelembaban, dan pemberian air sebagai faktor eksternal dan faktor internal seperti CO_2 internal, kandungan ion, hormon dan potensial air daun. Lebih lanjut dikemukakan bahwa reaksi penyempitan stomata pada konsentrasi CO_2 internal tinggi berlangsung sangat cepat, kurang dari satu menit.

Pada Tabel 18 menunjukkan bahwa terjadi kecenderungan peningkatan konsentrasi CO_2 internal dengan peningkatan ekstrak daun gamal dari 300 ml/l, 400 ml/l hingga 500 ml/l, baik pada konsentrasi metanol 10%, 15%, maupun 20%. Akibat CO_2 tinggi akan mendorong laju fotosintesis meningkat (Tabel 3). Hal yang sama telah dilaporkan peneliti-peneliti sebelumnya (Nonomura dan Benson, 1992; Cothorn, 1994; Zakaria 2010). Demikian pula hasil penelitian Laing, *et al.*, (1974) pada tanaman kedelai, laju fotosintesis meningkat dari 15 mg/dm²/jam menjadi 35 mg/dm²/jam jika CO_2 internal dinaikkan dari 100 menjadi 300 ppm pada suhu 35°C. Kadar CO_2 internal daun pada tanaman C3 yang tinggi akan mengakibatkan nisbah CO_2 terhadap O_2 dalam mesofil daun sehingga laju fotosintesis meningkat dan sebaliknya akan menurunkan laju fotorespirasi (Taiz dan Zeiger, 1991). Peningkatan CO_2 dalam mesofil daun akan meningkatkan laju fotosintesis jauh lebih tinggi pada suhu tinggi dibandingkan pada tingkat intensitas radiasi rendah (Von Caemmerer dan Edmon, 1986).

b. Laju Fotosintesis

Tabel 19. Laju fotosintesis ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$) tanaman kentang pada umur 30, 45, dan 58 HST dengan berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal.

Umur HST	Konsenttrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol		
		M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)
30	G ₁ (300 ml/l)	09,39	17,74	13,65
	G ₂ (400 ml/l)	10,10	18,41	14,89
	G ₃ (500 ml/l)	11,93	19,72	16,33
	Rataan	10,47 ^z	18,62 ^x	14,96 ^y
44	G ₁ (300 ml/l)	11,63	19,12	14,82
	G ₂ (400 ml/l)	11,90	17,82	14,36
	G ₃ (500 ml/l)	12,34	18,89	16,16
	Rataan	11,96 ^y	18,61 ^x	15,11 ^{xy}
58	G ₁ (300 ml/l)	14,41	20,82	17,72
	G ₂ (400 ml/l)	15,10	20,86	17,89
	G ₃ (500 ml/l)	15,93	21,12	18,36
	Rataan	15,15 ^y	20,93 ^x	17,99 ^{xy}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$; HST = Hari Setelah Tanam

b. Laju Fotosintesis

Aplikasi metanol 20% mampu meningkatkan laju fotosintesis, akibat konsentrasi CO₂ internal yang meningkat (Tabel 19). Dengan peningkatan konsentrasi CO₂ internal, maka daya afinitas karboksilase terhadap RuDP (Ribulosa Difosfat) juga meningkat. Makin tinggi konsentrasi CO₂ internal sampai 15% laju fotosintesis meningkat, kemudian ada penurunan pada 20%. Sharkey (1989) menyatakan bahwa fluktuasi CO₂ dalam mesofil daun akan mempengaruhi laju fotosintesis tanaman. Peningkatan konsentrasi CO₂ dalam mesofil daun akan mengakibatkan kenaikan laju fotosintesis sampai titik tertentu (Gerik dan Faver, 1994), sekaligus lebih mengaktifkan Rubisco (Lawlor, 1993).

Tanaman C3 seperti kentang memperlihatkan laju fotosintesis lebih rendah dibandingkan dengan C4, khususnya di daerah tropis yang

tingkat laju fotorespirasi tinggi. Fotorespirasi mengakibatkan seperempat sampai sepertiga jumlah CO₂ hilang yang telah difiksasi oleh tanaman melalui fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1992). Laju fotosintesis yang rendah pada tanaman C₃ karena persaingan terjadi antara CO₂ dan O₂ dalam memanfaatkan RuDP (Guttridge, 1990; Leegood, 1996). Terjadi keterkaitan antara laju transpirasi yang menurun dengan peningkatan laju fotosintesis akibat metanol 20% untuk semua tingkat pemberian ekstrak daun gamal. Hal ini menunjukkan terjadi efisiensi penggunaan air pada pemberian metanol 15%.

c. Laju Transpirasi

Tabel 20. Laju transpirasi (mmol/m²/detik) tanaman kentang pada umur 30, 45, dan 58 HST dengan berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Umur HST	Konsenttrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol		
		M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)
30	G ₁ (300 ml/l)	8,40	7,71	8,11
	G ₂ (400 ml/l)	8,66	7,26	8,12
	G ₃ (500 ml/l)	7,30	6,90	7,03
	Rataan	8,12 ^x	7,29 ^y	7,75 ^{xy}
44	G ₁ (300 ml/l)	9,88	8,11	9,19
	G ₂ (400 ml/l)	9,92	8,19	9,60
	G ₃ (500 ml/l)	9,29	9,04	9,88
	Rataan	9,70 ^x	8,45 ^y	9,56 ^{xy}
58	G ₁ (300 ml/l)	9,90 ^{x_a}	8,92 ^{x_b}	9,29 ^{y_a}
	G ₂ (400 ml/l)	9,88 ^{x_a}	9,12 ^{y_b}	9,60 ^{x_a}
	G ₃ (500 ml/l)	9,96 ^{x_a}	9,03 ^{y_a}	9,29 ^{x_a}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan α = 0,05; HST = Hari Setelah Tanam

c. Laju Tranpirasi

Aplikasi metanol 15% mampu menurunkan laju transpirasi yang dapat mengefisiensi penggunaan air (Tabel 20). Jika air hilang dari tanaman lebih besar dari absorpsi akan menyebabkan turgor dan tekanan osmotik sel daun dan jaringan lain berkurang (Sri Setyati

dan Yahya, 1988), respon yang paling awal terjadi adalah konduktan stomata menurun akibat turgor menjadi rendah yang menyebabkan laju transpirasi berkurang (Lawlor, 1993).

Transpirasi merupakan proses fisiologi yang berlangsung melalui stomata dan lentisel, hampir 90% air hilang melalui stomata. Proses tersebut sangat penting karena menjadi media pergerakan hara dalam tanaman, terkait dengan penyerapan CO₂ dan pelepasan O₂. Pada kenyataannya pergerakan air dalam xilem melebihi dari yang diperlukan pengangkutan hara (Zakaria, 2010). Wittwer (1983) menyatakan bahwa konduktan stomata menurun dengan meningkatnya konsentrasi CO₂ internal pada tanaman C3 maupun C4. Selanjutnya Salisbury dan Ross (1992) mengemukakan bahwa CO₂ internal tinggi di daun mengakibatkan stomata menyempit, sesuai dengan penemuan Larcher (1983). Penutupan sebagian stomata pada konsentrasi CO₂ internal tinggi merupakan reaksi tanaman untuk mempertahankan konsentrasi CO₂ internal pada tingkat yang menguntungkan, yaitu menurunnya laju transpirasi seperti pada Tabel 4, perlakuan metanol 15% mampu mengurangi laju transpirasi terendah.

Jenis dan Intensitas Serangan Penyakit

a. Penyakit Layu Bakteri (Ralstonia solanacearum)

Tabel 21. Persentase serangan penyakit layu bakteri (*R. solanacearum*) tanaman kentang pada umur 30, 45, dan 58 HST dengan berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Umur HST	Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol			Rataan
		M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)	
30	G ₁ (300 ml/l)	0,50	0,35	0,40	0,42 ^a
	G ₂ (400 ml/l)	0,25	0,25	0,20	0,23 ^b
	G ₃ (500 ml/l)	0,04	0,20	0,20	0,15 ^b
	Rataan	0,26	0,22	0,32	
44	G ₁ (300 ml/l)	0,76	0,87	0,94	0,86 ^a
	G ₂ (400 ml/l)	0,60	0,75	0,65	0,67 ^{ab}
	G ₃ (500 ml/l)	0,57	0,35	0,60	0,51 ^b
	Rataan	0,52	0,51	1,00	

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

58	G ₁ (300 ml/l)	1,50	1,50	1,50	1,50 ^a
	G ₂ (400 ml/l)	0,77	1,00	1,00	0,92 ^b
	G ₃ (500 ml/l)	0,60	0,50	0,90	0,67 ^b
	Rataan	0,92	1,00	1,17	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$; HST = Hari Setelah Tanam

Aplikasi ekstrak daun gamal 500 ml/l mampu menurunkan serangan penyakit layu bakteri dibandingkan dengan konsentrasi 300 ml/l dan 400 ml/l. Serangan penyakit layu bakteri sudah mulai ditemukan pada 30 HST dan selanjutnya pada 44 dan 58 HST, meskipun intensitas serangan relatif sangat rendah (Tabel 21). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun gamal yang diberikan semakin rendah intensitas serangan penyakit layu bakteri. Hal ini diduga karena ekstrak daun gamal dapat berperan sebagai pestisida nabati. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Ansar, (2009) bahwa ekstrak daun gamal dapat berperan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan penyakit akibat serangan OPT di dataran médium. Selanjutnya menurut Adejumo dan Ademosun (1995) daun gamal mengandung senyawa coumarin sehingga memiliki potensi sebagai bahan untuk menginduksi umbi menggantikan bahan-bahan kimia.

b. Penyakit Virus Daun Menggulung (PLRV)

Tabel 22. Persentaseintensitas penyakit virus daun menggulung (PRLV) tanaman kentang padaUmur 30, 45, dan 58 dengan berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Umur HST	Konsenttrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi methanol			Rataan
		M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)	
30	G ₁ (300 ml/l)	0,97	0,94	1,15	1,02 ^a
	G ₂ (400 ml/l)	0,74	0,83	1,04	0,87 ^a
	G ₃ (500 ml/l)	0,48	0,35	0,28	0,37 ^b
	Rataan	0,73	0,71	0,82	

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

44	G ₁ (300 ml/l)	1,35	1,75	1,75	1,62 ^a
	G ₂ (400 ml/l)	1,25	1,20	1,35	1,26 ^{ab}
	G ₃ (500 ml/l)	1,23	1,08	1,13	1,15 ^b
	Rataan	1,28	1,34	1,41	
58	G ₁ (300 ml/l)	1,78	1,85	1,68	1,77 ^a
	G ₂ (400 ml/l)	1,50	1,47	1,65	1,54 ^{ab}
	G ₃ (500 ml/l)	1,45	1,44	1,65	1,51 ^b
	Rataan	1,58	1,59	1,66	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$; HST = Hari Setelah Tanam

Aplikasi ekstrak daun gamal 500 ml/l mampu menurunkan serangan penyakit layu bakteri dibandingkan dengan konsentrasi 300 ml/l dan 400 ml/l. Serangan penyakit virus daun menggulung (PLRV) sudah mulai ditemukan pada 30 HST dan selanjutnya pada 44 dan 58 HST, meskipun intensitas serangan relatif sangat rendah (Tabel 22). Gejala yang tampak pada pucuk daun mengalami klorosis, hilenia daun bagian atas menggulung, dan tangkai daun tegak. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun gamal (dari konsentrasi 300 ml/l hingga 500 ml/l). Hal ini sama sama dengan pengaruh pada intensitas serangan penyakit layu bakteri (Tabel 22), bahwa ekstrak daun gamal dapat berperan sebagai pestisida nabati selain mengandung senyawa coumarin sehingga memiliki potensi sebagai bahan untuk menginduksi umbi menggantikan bahan-bahan kimia. Menurut Semangun (1989) dalam budidaya kentang, penyakit-penyakit virus memegang peranan yang sangat penting karena virus akan terbawa dalam umbi bibit dan dikatakan bahwa intensitas serangan penyakit PLRV dan PVY akan meningkat atau lebih tinggi pada musim kemarau akibat meningkatnya populasi dan aktivitas vektor.

c. Penyakit Hawar daun (*Phytophthora infestans*)Tabel 23. Intensitas Penyakit Hawar Daun (*Phytophthora infestans*) tanaman kentang pada umur 30, 44 dan 58 dengan berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Umur tanaman saat pengamatan	Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol			Rataan
		M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)	
30	G ₁ (300 ml/l)	1,97	1,78	1,96	1,90 ^a
	G ₂ (400 ml/l)	1,78	1,21	1,78	1,59 ^b
	G ₃ (500 ml/l)	1,21	1,21	1,13	1,18 ^c
	Rataan	1,65	1,40	1,62	
44	G ₁ (300 ml/l)	2,59	2,99	2,60	2,73 ^b
	G ₂ (400 ml/l)	2,63	2,97	2,19	2,60 ^{ab}
	G ₃ (500 ml/l)	2,57	2,17	2,39	2,38 ^a
	Rataan	2,60	2,58	2,53	
58	G ₁ (300 ml/l)	9,24	9,79	7,42	8,81 ^b
	G ₂ (400 ml/l)	7,00	5,15	6,24	6,13 ^{ab}
	G ₃ (500 ml/l)	6,41	3,50	5,75	5,22 ^a
	Rataan	6,88	6,15	7,14	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$; HST = Hari Setelah Tanam

Aplikasi ekstrak daun gamal 500 ml/l mampu menurunkan serangan penyakit layu bakteri dibandingkan dengan konsentrasi 300 ml/l dan 400 ml/l (Tabel 23). Serangan penyakit hawar daun, gejalanya terlihat mulai pada tepi daun berupa bercak kebasah-basahan dan ditemukan pula gejala bercak pada bagian tengah daun. Hal tersebut sesuai yang dikemukakan oleh Rukmana (2005) bahwa gejala awal ditandai dengan adanya bercak basah pada bagian tepi daun atau tengah daun, selanjutnya bercak melebar (meluas) dan terbentuk daerah nekrotik warna coklat dan dikelilingi warna putih dengan latar belakang hijau kelabu.

Rata-rata intensitas serangan penyakit hawar daun lebih rendah dengan peningkatan konsentrasi ekstrak daun gamal. Hal ini diduga disebabkan karena konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi, lebih efektif

dalam melindungi tanaman kentang dari serangan penyakit hawar daun, karena salah satu peran dari ekstrak daun gamal adalah sebagai pestisida nabati. Serangan penyakit hawar daun muncul diduga karena patogen-patogen telah melakukan infeksi awal terhadap tanaman sehingga spora yang masih bertahan dapat berkembang lagi (Suryaningsih, 1993).

Produksi

a. Jumlah Umbi

Tabel 24. Jumlah umbi (buah)tanaman kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal pada akhir penelitian

Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol			Rataan
	M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)	
G ₁ (300 ml/l)	13,73	18,14	16,35	16,07 ^y
G ₂ (400 ml/l)	14,71	19,43	17,52	17,22 ^{xy}
G ₃ (500 ml/l)	15,68	20,73	18,69	18,37 ^x
Rataan	14,71 ^b	19,43 ^a	17,52 ^{ab}	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata

Pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

Pada Tabel 24 menunjukkan bahwa konsentrasi methanol 15% menghasilkan jumlah umbi tertinggi dibandingkan konsentrasi 10 dan 20%. Hal ini disebabkan karena metanol yang terurai dalam mesofil daun menjadi CO₂ menyebabkan ratio CO₂ terhadap O₂ meningkat. Meningkatnya ratio CO₂ terhadap O₂ menyebabkan laju fotosintesis meningkat (Tabel 3), dan sebaliknya laju fotorespirasi menurun. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Salisbury dan Ross (1995) bahwa fotorespirasi terjadi karena konsentrasi CO₂ menurun dan konsentrasi O₂ meningkat pada mesofil daun. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi CO₂ dan penekanan konsentrasi O₂ pada mesofil daun menyebabkan O₂ kurang mampu bersaing dengan CO₂ dalam memperoleh enzim Rubisco dan substrat RuBP sehingga menguntungkan terjadinya RuBP Karboksilasi dibandingkan RuBP Oksigenasi. Man-faat dari peningkatan CO₂ terhadap produksi tanaman adalah gabungan dari

beberapa efek proses yang terjadi dalam tanaman yang mendukung peningkatan produksi tanaman. Peningkatan CO₂ pada tanaman C3 meningkatkan jumlah kuantum (Ehleringer dan Bjorkman, 1977), laju bersih fotosintesis (Kramer, 1981), transfor internal karbon (Ho, 1977), dan toleransi temperatur optimal daun untuk fotosintesis bersih (Enoch dan Sachs, 1978).

b. Diameter Umbi

Tabel 25. Diameter umbi (mm)tanaman kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal pada akhir penelitian

Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol		
	M ₁ (10%)	M ₂ (20%)	M ₃ (30%)
G ₁ (300 ml/l)	4,09	4,54	4,30
G ₂ (400 ml/l)	4,18	4,43	4,29
G ₃ (500 ml/l)	4,23	4,62	4,40
Rataan	4,17 ^y	4,53 ^x	4,36 ^{xy}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan α = 0,05

Pada Tabel 25 menunjukkan bahwa konsentrasi metanol 15% meningkatkan diameter umbi. Proses pembentukan umbi merupakan aktivitas pembentukan jaringan penyimpan di bagian bawah tanaman yaitu stolon, sedangkan proses pembentukan umbi adalah kelanjutan dari proses pembentukan stolon, dimulai sejak terbentuknya umbi dan diikuti dengan penyimpanan asimilat sampai umbi tersebut mencapai jumlah dan ukuran tertentu (Chapman,1998). Menurut Permadi (1989), perkembangan umbi diawali dengan meningkatnya asimilasi CO₂ sampai tiga kali lipat dibandingkan pada saat umbi belum terbentuk. Asimilasi yang ditranslokasikan ke dalam umbi dapat mencapai dua kali lipat jumlah asimilat yang digunakan oleh bagian tanaman di atas akar tanaman kentang.

c. Bobot Umbi

Tabel 26. Bobot umbi per tanaman (gram) tanaman kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol			Rataan
	M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)	
G ₁ (300 ml/l)	225,68	298,47	269,38	264,51 ^b
G ₂ (400 ml/l)	230,15	304,70	274,91	269,92 ^{ab}
G ₃ (500 ml/l)	235,75	312,48	281,82	276,68 ^a
Rataan	230,53 ^y	305,22 ^x	275,37 ^{xy}	

Peningkatan bobot umbi pada dengan konsentrasi methanol 15% (Tabel 26). merupakan resultante dari proses fotosintesis, respirasi, dan translokasi. Glukosa yang terbentuk dari hasil bersih fotosintesis diubah menjadi fruktosa atau bergabung membentuk sukrosa, selanjutnya sukrosa menuju dinding sel yang sedang membesar dan pada sel tersebut diubah bentuknya menjadi komponen struktural seperti selulosa. Distribusi asimilat yang menyebar ke setiap umbi menyebabkan persaingan dalam memperoleh asimilat dari *source* ke *sink* (umbi) lebih tinggi, karena bobot umbi dipengaruhi oleh jumlah dan diameter umbi selama pertumbuhan generatif tanaman kentang (Okazawa, 1983).

d. Produksi Umbi

Tabel 27. Produksi umbi per hektar (ton) tanaman kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Konsentrasi Ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol			Rataan
	M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)	
G ₁ (300 ml/l)	19,89	25,43	23,06	21,79 ^b
G ₂ (400 ml/l)	20,10	25,72	23,32	23,05 ^{ab}
G ₃ (500 ml/l)	21,32	27,01	25,01	24,45 ^a
Rataan	20,44 ^y	26,05 ^x	23,80 ^{xy}	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

Peningkatan produksi kentang per hektar (Tabel 27) sejalan dengan peningkatan dari jumlah umbi, diameter umbi, dan bobot umbi

akibat tingginya laju fotosintesis pada perlakuan metanol 15%, karena peningkatan CO_2 internal dalam mesofil daun mesofil daun. Produksi kentang meningkat sesuai dengan peningkatan laju fotosintesis. Hal ini sejalan pernyataan Salisbury dan Ross (1992) bahwa kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis akan sangat menentukan jumlah akumulasi asimilat tanaman yang tersimpan sebagai cadangan asimilat dalam bentuk umbi. Pengaruh metanol 15% dan ekstrak daun gamal 500 ml/l memperlihatkan nilai tertinggi pada jumlah umbi, diameter umbi, bobot umbi, dan produksi umbi. Pengamatan tersebut didukung oleh parameter fisiologi, CO_2 internal tertinggi (Tabel 2). Dengan demikian, terjadi peningkatan asimilat yang akan digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan produksi.

Mutu Umbi

a. Kandungan Karbohidrat

Tabel 28. Kandungan karbohidrattanaman kentang pada berbagai konsentrasi methanol dan ekstrak daun gamal

Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol		
	M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)
G ₁ (300 ml/l)	18,45	19,02	18,57
G ₂ (400 ml/l)	18,73	19,25	19,00
G ₃ (500 ml/l)	18,80	19,27	19,26
Rataan	18,66 ^b	19,18 ^a	18,94 ^{ab}

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

Aplikasi metanol 15% mampu meningkatkan kandungan karbohidrat umbi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 28). Peningkatan kandungan karbohidrat disebabkan karena pada konsentrasi metanol 15% mampu meningkatkan proses metabolisme karbohidrat tanaman kentang, karena peningkatan CO_2 internal akibat perlakuan tersebut, CO_2 merupakan bahan baku utama fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat (pati, pectin, hemiselulosa dan selulosa) (Salunkhe dan Desai, 1994).

Selain itu, CO₂ merupakan unsur esensial karena bagian dari karbohidrat, protein dan lemak (Salisbury dan Ross, 1995).

b. Kekerasan Umbi

Tabel 29. Kekerasan umbi (Psi)tanaman kentang pada berbagai konsentr metanol dan ekstrak daun gamal

Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol		
	M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)
G ₁ (300 ml/l)	3,35 ^{b_y}	3,37 ^{a_y}	3,37 ^{a_y}
G ₂ (400 ml/l)	3,36 ^{b_y}	3,38 ^{a_{xy}}	3,38 ^{a_{xy}}
G ₃ (500 ml/l)	3,38 ^{a_x}	3,39 ^{a_x}	3,39 ^{a_x}

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

Aplikasi metanol 15% mampu menghasilkan kekerasan umbi tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 29). Tingginya kekerasan umbi pada konsnetrasi metanol 15% berkaitan dengan peningkatan kandungan karbohidrat umbi kentang. Hal ini disebabkan karena karbohidrat merupakan penyusun utama dinding sel yang terdiri atas selulosa, pectin, hemiselulosa, dan polisakarida lain sebagai penguat antar sel pada umbi kentang (Salunkhe dan Desai, 1994).

c. Kadar Air Umbi

Tabel 30. Kadar air umbi (%)tanaman kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ekstrak daun gamal

Konsentrasi ekstrak daun gamal	Konsentrasi metanol		
	M ₁ (10%)	M ₂ (15%)	M ₃ (20%)
G ₁ (300 ml/l)	78,68	77,82	77,11
G ₂ (400 ml/l)	78,79	77,12	78,41
G ₃ (500 ml/l)	78,82	77,70	78,62
Rataan	78,76 ^a	77,31 ^b	78,05 ^{ab}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

Konsentrasi metanol 15% menghasilkan kandungan paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 30). Persentase kadar air umbi menentukan kandungan bahan keringnya. Hal ini berkaitan dengan akumulasi bahan persentase kadar air umbi menentukan kandungan bahan keringnya. Hal ini berkaitan dengan akumulasi asimilat/bahan kering dalam umbi yang ditentukan oleh total akumulasi asimilat bahan kering dalam umbi. Menurut Moorby (1998) disamping faktor intensitas cahaya dan ketersediaan hara, faktor yang sangat menentukan proses fisiologi tanaman yaitu fotosintesis, respirasi, dan metabolisme lainnya, yang akan mempengaruhi keseimbangan *source* dan *sink* pada tanaman yang akan berpengaruh pada kandungan kadar air.

Keragaan Tanaman Kentang Hasil Teknologi Aeroponik dengan Pemanfaatan Ekstrak Daun Gamal dan Etanol di Dataran Medium

Aspek Pertumbuhan

Tinggi Tanaman

Tabel 31. Tinggi tanaman (cm) umur 30, 45, 60 dan 75 HST pada dengan perlakuan ketinggian tempat dan konsentrasi etanol

Perlakuan	Tinggi Tanaman			
	30 HST	45 HST	60 HST	75 HST
H ₁ (±400 m Dpl)	21,28	45,99 ^a	62,40 ^a	69,91 ^a
H ₂ (±600 m Dpl)	21,77	47,32 ^{ab}	65,47 ^a	71,18 ^a
H ₃ (±800 m Dpl)	22,28	49,99 ^b	69,40 ^b	79,91 ^b
M ₀ (0 %)	19, 23	38,31 ^a	49,56 ^a	58,21 ^a
M ₁ (10%)	20,73	42,52 ^a	57,95 ^a	62,92 ^a
M ₂ (20%)	21,68	50,07 ^b	73,91 ^c	80,47 ^c
M ₂ (30%)	21,25	47,96 ^{ab}	68,52 ^b	72,97 ^b

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

Jumlah Daun

Tabel 32. Jumlah daun tanaman (helai) umur 30, 45, 60 dan 75 HSP dengan perlakuan ketinggian tempat dan konsentrasi etanol.

Perlakuan	Jumlah Daun			
	30 HSP	45 HSP	60 HSP	75 HSP
H ₁ (±400 m Dpl)	22,82	47,46	67,15 ^a	71,64 ^a
H ₂ (±600 m Dpl)	23,86	49,46	69,15 ^{ab}	74,64 ^a
H ₃ (±800 m Dpl)	24,82	52,34	71,14 ^b	78,42 ^{ab}
M ₀ (0 %)	20,67	45,00 ^a	56,45 ^a	62,50 ^a
M ₁ (10%)	21,85	45,07 ^a	59,04 ^a	65,83 ^a
M ₂ (20%)	24,43	58,99 ^{ab}	79,94 ^c	84,60 ^c
M ₂ (30%)	23,54	48,08 ^b	65,25 ^b	73,60 ^b

Keterangan: Dpl = Diatas permukaan laut; HST = Hari Setelah Tanam; Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$.

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan ketinggian tempat di atas permukaan laut memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter pertumbuhan (tinggi tanaman umur 45, 60, dan 75 HST dan jumlah daun umur 60 dan 75 HST). Perlakuan ketinggian tempat ± 800 m Dpl (H3) menghasilkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang tertinggi dibandingkan perlakuan ± 600 dan ± 400 m Dpl, (Tabel 31 dan 32). Hal ini disebabkan pengaruh ketinggian tempat berpengaruh terhadap aktivitas fisiologis tanaman kentang, terutama fotosintesis. Tanggapan tanaman kentang terhadap cekaman suhu (rendah maupun tinggi) akan merespon tingkat pertumbuhan tanaman, bahkan antar organ dan tingkat perkembangan tumbuhan (Harjadi dan Yahya, 1988).

Konsentrasi etanol 20% (M2) meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun dibandingkan pengaruh perlakuan etanol 0 (M0), 10 (M1) dan 30% (M3). Hal ini disebabkan karena etanol yang disemprotkan pada tanaman kentang, terurai dalam mesofil daun menjadi CO₂, sehingga konsentrasi CO₂ dalam mesofil daun meningkat, selanjutnya ratio CO₂ terhadap O₂ meningkat, menyebabkan laju fotosintesis meningkat.

Aspek Produksi

Tabel 33. Jumlah umbi, Diameter umbi, bobot umbi dan Hasil umbi Tanaman kentang dengan berbagai konsentrasi metanol dan ketinggian tempat pada akhir percobaan.

Parameter	Konsenttrasi ekstrak daun Gamal	Konsentrasi Metanol			
		M ₀	M ₁	M ₂	M ₃
Jumlah umbi (buah)	H ₁ (±400 m Dpl)	6,23	7,45	11,27	8,28
	H ₂ (±600 m Dpl)	5,74	7,90	11,36	8,71
	H ₃ (±800 m Dpl)	7,11	8,803	12,17	8,31
	Rataan	6,36 ^a	8,05 ^a	11,60 ^b	8,43 ^a
Diameter umbi (cm)	H ₁ (±400 m Dpl)	3,51	3,72	,83	3,76
	H ₂ (±600 m Dpl)	3,53	3,89	3,91	3,88
	H ₃ (±800 m Dpl)	3,52	3,90	4,10	3,79
	Rataan	3,52 ^a	3,84 ^a	3,95 ^b	3,81 ^{ab}
Bobot umbi/tan. (g)	H ₁ (±400 m Dpl)	236	257	389	327
	H ₂ (±600 m Dpl)	239	270	396	320
	H ₃ (±800 m Dpl)	240	285	417	332
	Rataan	238,3 ^a	270,7 ^b	372,3 ^b	329,7 ^a
Hasil umbi (ton/ha)	H ₁ (±400 m Dpl)	13,11	14,26	21,58	18,14
	H ₂ (±600 m Dpl)	13,26	14,98	21,98	17,76
	H ₃ (±800 m Dpl)	13,32	15,82	23,17	18,43
	Rataan	13,23 ^a	15,02 ^a	22,24 ^b	18,11 ^{ab}

Keterangan: Dpl = Diatas permukaan laut; HST = Hari Setelah Tanam; Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$.

Hasil uji Duncan (Tabel 33) menunjukkan bahwa perlakuan etanol 20% (M2) menghasilkan Jumlah umbi per tanaman, Diameter umbi, Bobot umbi per tanaman dan Hasil umbi per hektar lebih tinggi dibandingkan dengan 0%, 10%, dan 30%, pada konsentrasi 30% memperlihatkan penurunan.

Jumlah umbi tertinggi pada konsentrasi 20% karena metanol yang terurai dalam mesofil daun menjadi CO₂ menyebabkan ratio CO₂ terhadap O₂ meningkat. Meningkatnya ratioa CO₂ terhadap O₂ menyebabkan laju fotosintesis meningkat dan sebaliknya laju fotorespirasi menurun. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Salisbury dan Ross (1995) bahwa

fotorespirasi terjadi karena konsentrasi CO_2 menurun dan konsentrasi O_2 meningkat pada mesofil daun. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi CO_2 dan penekanan konsentrasi O_2 pada mesofil daun menyebabkan O_2 kurang mampu bersaing dengan CO_2 dalam memperoleh enzim Rubisco dan substrat RuBP sehingga menguntungkan terjadinya RuBP Karboksilasi dibandingkan RuBP Oksigenasi. Manfaat dari peningkatan CO_2 terhadap produksi tanaman adalah gabungan dari beberapa efek proses yang terjadi dalam tanaman yang mendukung peningkatan produksi tanaman. Peningkatan CO_2 pada tanaman C3 meningkatkan jumlah kuantum (Ehleringer dan Bjorkman, 1977), laju bersih fotosintesis (Kramer, 1981), transfer internal karbon (Ho, 1977), dan toleransi temperatur optimal daun untuk fotosintesis bersih (Enoch dan Sachs, 1978).

Diameter umbi yang tertinggi pada perlakuan etanol 20% disebabkan karena proses pembentukan umbi merupakan aktivitas pembentukan jaringan penyimpan di bagian bawah tanaman yaitu stolon, sedangkan proses pembentukan umbi adalah kelanjutan dari proses pembentukan stolon, dimulai sejak terbentuknya umbi dan diikuti dengan penyimpanan asimilat sampai umbi tersebut mencapai jumlah dan ukuran tertentu (Chapman, 1998). Menurut Permadi (1989), perkembangan umbi diawali dengan meningkatnya asimilasi CO_2 sampai tiga kali lipat dibandingkan pada saat umbi belum terbentuk. Asimilasi yang ditranslokasikan ke dalam umbi dapat mencapai dua kali lipat jumlah asimilat yang digunakan oleh bagian tanaman di atas akar tanaman kentang.

Bobot umbi tertinggi pada perlakuan 20% karena tingginya bobot umbi tersebut merupakan resultante dari proses fotosintesis, respirasi, dan translokasi. Glukosa yang terbentuk dari hasil bersih fotosintesis diubah menjadi fruktosa atau bergabung membentuk sukrosa, selanjutnya sukrosa menuju dinding sel yang sedang membesar dan di sel tersebut diubah bentuknya menjadi komponen struktural seperti selulosa. Distribusi asimilat yang menyebar ke setiap umbi menyebabkan persaingan dalam memperoleh asimilat dari *source* ke *sink* (umbi) lebih

tinggi, karena bobot umbi dipengaruhi oleh jumlah dan diameter umbi selama pertumbuhan generatif tanaman kentang (Okazawa, 1983).

Peningkatan hasil umbi per hektar pada perlakuan etanol 20%, sejalan dengan peningkatan dari jumlah umbi, diameter umbi, dan bobot umbi akibat tingginya laju fotosintesis pada perlakuan metanol 20%, karena peningkatan CO_2 internal dalam mesofil daun mesofil daun, selain itu juga didukung iklim mikro (suhu dan kelembaban udara) lokasi penelitian. Produksi kentang meningkat sesuai dengan peningkatan laju fotosintesis. Hal ini sejalan pernyataan Salisbury dan Ross (1992) bahwa kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis akan sangat menentukan jumlah akumulasi asimilat tanaman yang tersimpan sebagai cadangan asimilat dalam bentuk umbi.

Pengaruh metanol 20% dan ekstrak daun gamal 500 ml/l memperlihatkan nilai tertinggi pada jumlah umbi, diameter umbi, bobot umbi, dan produksi umbi. Dengan demikian, terjadi peningkatan asimilat yang akan digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan produksi.

Aspek Aktifitas Fisiologis

a. Konsentrasi CO_2 Internal

Berdasarkan hasil uji Duncan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan ± 800 m Dpl (H3) menghasilkan konsentrasi CO_2 internal yang tertinggi dan berbeda nyata dengan ± 400 m Dpl (H2) tetapi tidak berbeda nyata dengan ± 600 m Dpl (H2), pada umur 30 HST dan 60 HST maupun 75 HST. Konsentrasi etanol 20% (M2) menghasilkan konsentrasi CO_2 internal yang tertinggi dan berbeda nyata dengan 0% (M0), dan 10% (M1), baik pada umur 30, HST, 60HST dan 75 HST.

Tabel 34. Konsentrasi CO₂ internal (ppm) tanaman kentang pada umur 30, 44, dan 58 HST dengan perlakuan ketinggian tempat dan konsentrasi metanol

Umur tanaman saat pengamatan	Ketinggian Tempat	Konsentrasi methanol				
		M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	Rataan
30	H ₁ (±400 m Dpl)	239,80	250,00	261,24	258,46	252,37 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	240,10	251,90	263,60	262,48	254,52 ^{ab}
	H ₃ (±800 m Dpl)	245,50	254,37	266,88	267,33	258,52 ^b
	Rataan	241,80 ^x	252,09 ^y	263,91 ^z	262,76 ^z	
45	H ₁ (±400 m Dpl)	250,60	267,90	274,04	270,81	265,84 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	253,10	271,04	279,66	276,46	270,07 ^{ab}
	H ₃ (±800 m Dpl)	258,00	271,46	278,30	277,04	271,20 ^b
	Rataan	248,9 ^x	270,13 ^y	286,33 ^z	274,77 ^x	
60	H ₁ (±400 m Dpl)	250,30	278,66	287,60	285,95	275,63 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	254,90	280,66	288,68	287,60	277,96 ^{ab}
	H ₃ (±800 m Dpl)	258,10	281,46	289,19	288,81	279,39 ^b
	Rataan	254,40 ^x	280,26 ^y	288,29 ^z	286,45 ^{yz}	

Keterangan: Dpl = Diatas permukaan laut; HST = Hari Setelah Tanam; Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda, berarti berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$.

b. Laju Fotosintesis

Berdasarkan hasil uji Duncan pada Tabel 34 menunjukkan bahwa perlakuan ±800 m Dpl (H3) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata laju fotosintesis antara ketinggian tempat (±400, ±600, dan ±800 m Dpl), baik pada umur 30 HST, 60 HST, maupun 75 HST. Konsentrasi etanol 20% (M2) menunjukkan laju fotosintesis yang tertinggi dan berbeda nyata dengan 0% (M0), dan 10% (M1), tetapi tidak berbeda nyata dengan 30% (M3), baik pada umur 30, HST, 60HST dan 75 HST.

Tabel 35. Laju fotosintesis ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$) tanaman kentang pada berbagai ketinggian tempat dan konsentrasi metanol

Umur tanaman saat pengamatan	Konsentrasi ekstrak daun Gamal	Konsentrasi Metanol			
		M ₀	M ₁	M ₂	M ₃
30	H ₁ (± 400 m Dpl)	08,39	10,27	17,62	14,53
	H ₂ (± 600 m Dpl)	08,89	10,98	18,29	15,77
	H ₃ (± 800 m Dpl)	09,56	12,81	19,60	17,21
	Rataan	08,96 ^a	11,47 ^a	18,62 ^b	15,96 ^b
44	H ₁ (± 400 m Dpl)	09,34	12,51	20,00	15,70
	H ₂ (± 600 m Dpl)	09,93	12,78	18,70	15,24
	H ₃ (± 800 m Dpl)	10,10	13,22	19,77	17,04
	Rataan	9,79 ^a	12,96 ^a	19,61 ^b	16,11 ^c
58	H ₁ (± 400 m Dpl)	10,86	13,19	20,70	18,60
	H ₂ (± 600 m Dpl)	11,16	14,08	20,74	18,77
	H ₃ (± 800 m Dpl)	11,86	14,81	21,00	19,24
	Rataan	11,29 ^a	14,15 ^b	20,93 ^c	18,99 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan Kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

c. Laju Transpirasi

Berdasarkan hasil uji Duncan pada Tabel 35 menunjukkan bahwa perlakuan ± 800 m Dpl (H3) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara ketinggian tempat (± 400 , ± 600 , dan ± 800 m Dpl), baik pada umur 30 HST, 60 HST, maupun 75 HST. Konsentrasi etanol 20% (M2) menunjukkan laju fotosintesis yang tertinggi dan berbeda nyata dengan 0% (M0), dan 10% (M1), tetapi tidak berbeda nyata dengan 30% (M3), baik pada umur 30, HST, 60HST dan 75 HST.

Tabel 36. Laju transpirasi ($\text{mmol}/\text{m}^2/\text{detik}$) tanaman kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ketinggian tempat

Umur tanaman saat pengamatan	Konsentrasi ekstrak daun Gamal	Konsentrasi Metanol			
		M_0	M_1	M_2	M_3
30	H ₁ (±400 m Dpl)	10,35	8,78	6,75	8,23
	H ₂ (±600 m Dpl)	09,57	8,66	6,26	8,01
	H ₃ (±800 m Dpl)	08,90	8,10	5,90	7,10
	Rataan	9,61 ^b	8,51 ^b	6,30 ^a	7,78 ^{ab}
44	H ₁ (±400 m Dpl)	11,77	9,88	7,11	9,19
	H ₂ (±600 m Dpl)	10,80	9,72	7,00	9,10
	H ₃ (±800 m Dpl)	10,19	9,29	6,84	9,00
	Rataan	10,92 ^b	9,63 ^b	6,98 ^a	9,17 ^b
58	H ₁ (±400 m Dpl)	11,90	9,90	7,92	9,29
	H ₂ (±600 m Dpl)	10,88	9,88	7,12	9,10
	H ₃ (±800 m Dpl)	10,76	9,75	7,03	9,00
	Rataan	11,18 ^c	9,84 ^{bc}	7,36 ^a	9,13 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a,b,c) dan kolom (x,y) tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

Aspek Aktivitas Fisiologis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi etanol setiap minggu pada konsentrasi yang berbeda (0,10, 20, dan 30%) memberikan pengaruh yang berbeda terhadap aspek fisiologi (konsentrasi CO_2 internal, laju fotosintesis dan laju transpirasi tanaman kentang, sedangkan perlakuan ketinggian tempat (± 800 , ± 600 , dan ± 400 m Dpl) menghasilkan pengaruh yang berbeda pada parameter konsentrasi CO_2 internal (Tabel 34), tetapi tidak berbeda nyata pada parameter Laju fotosintesis (Tabel 35), dan Laju transpirasi (Tabel 36).

Konsentrasi CO_2 internal tertinggi pada perlakuan etanol 20% setiap minggu baik pada pengamatan 30, dan 45, maupun pada 60 HST (Tabel 34). Konsentrasi CO_2 internal meningkat disebabkan karena etanol yang disemprotkan pada tanaman kentang, akan terurai menjadi CO_2 (McGiffen dan Manthey, 1996: Zakaria, 2010), yang terperangkap dalam ruang interselular mesofil daun, sehingga mampu memicu pelekatannya ke Rubisco (Ribulose-1,5-bisfosfat karboksilase/oksigenase),

secara proporsional meningkatkan aktivitas Rubisco yang selanjutnya meningkatkan laju fotosintesis.

Peningkatan CO_2 dapat terjadi melalui aliran massa CO_2 eksternal ke rongga sel mesofil daun (Jensen, 1990; Wolfe, 1994) dan penguraian metanol yang diberikan pada tanaman kentang (Zakaria, 2010; Muhibuddin, 2013). Larcher (1983) menyatakan tingkat penutupan dan pembukaan stomata bergantung pada intensitas radiasi, suhu, kelembaban, dan pemberian air sebagai faktor eksternal dan faktor internal seperti CO_2 internal, kandungan ion, hormon dan potensial air daun. Lebih lanjut dikemukakan bahwa reaksi penyempitan stomata pada konsentrasi CO_2 internal tinggi berlangsung sangat cepat, kurang dari satu menit.

Terjadi peningkatan konsentrasi CO_2 internal dengan peningkatan perlakuan konsentrasi etanol hingga 20%. Akibat CO_2 tinggi akan mendorong laju fotosintesis meningkat (Tabel 35). Hal yang sama telah dilaporkan peneliti-peneliti sebelumnya (Nonomura dan Benson, 1992; Cothorn, 1994; Zakaria 2010). Demikian pula hasil penelitian Laing, *et al.*, (1974) pada tanaman kedelai, laju fotosintesis meningkat dari 15 $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{jam}$ menjadi 35 $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{jam}$ jika CO_2 internal dinaikkan dari 100 menjadi 300 ppm pada suhu 35°C . Kadar CO_2 internal daun pada tanaman C3 yang tinggi akan mengakibatkan nisbah CO_2 terhadap O_2 dalam mesofil daun sehingga laju fotosintesis meningkat dan sebaliknya akan menurunkan laju fotorespirasi (Taiz dan Zeiger, 1991). Peningkatan CO_2 dalam mesofil daun akan meningkatkan laju fotosintesis jauh lebih tinggi pada suhu tinggi dibandingkan pada tingkat intensitas radiasi rendah (Von Caemmerer dan Edmon, 1986).

Laju fotosintesis tertinggi pada perlakuan etanol 20% setiap minggu, baik pada pengamatan 30, dan 45, maupun pada 60 HST (Tabel 35). Dengan peningkatan konsentrasi CO_2 internal, maka daya afinitas karboksilase terhadap RuDP (Ribulosa Difosfat) juga meningkat. Makin tinggi konsentrasi CO_2 internal sampai 15% laju fotosintesis meningkat, kemudian ada penurunan pada 20%. Sharkey (1989) menyatakan bahwa fluktuasi CO_2 dalam mesofil daun akan mempengaruhi laju fotosintesis tanaman. Peningkatan konsentrasi CO_2 dalam mesofil daun akan

mengakibatkan kenaikan laju fotosintesis sampai titik tertentu (Gerik dan Faver, 1994), sekaligus lebih mengaktifkan Rubisco (Lawlor, 1993).

Tanaman C3 seperti kentang memperlihatkan laju fotosintesis lebih rendah dibandingkan dengan C4, khususnya di daerah tropis yang tingkat laju fotorespirasi tinggi. Fotorespirasi mengakibatkan sepe-rempat sampai sepertiga jumlah CO₂ hilang yang telah difiksasi oleh tanaman melalui fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1992). Laju fotosintesis yang rendah pada tanaman C₃ karena persaingan terjadi antara CO₂ dan O₂ dalam memanfaatkan RuDP (Guttridge, 1990; Leegood, 1996). Terjadi keterkaitan antara laju transpirasi yang menurun pada Tabel 34 dengan peningkatan laju fotosintesis pada Tabel 3 akibat metanol 20% untuk semua tingkat pemberian ekstrak daun gamal. Hal ini menunjukkan terjadi efisiensi penggunaan air pada pemberian etanol 20%.

Laju transpirasi terendah diperoleh pada perlakuan etanol 20% setiap minggu, karena etanol 20% mampu menurunkan laju transpirasi yang dapat mengefisiensi penggunaan air (Tabel 36). Jika air hilang dari tanaman lebih besar dari absorpsi akan menyebabkan turgor dan tekanan osmotik sel daun dan jaringan lain berkurang (Sri Setyati dan Yahya, 1988), respon yang paling awal terjadi adalah konduktan stomata menurun akibat turgor menjadi rendah yang menyebabkan laju transpirasi berkurang (Lawlor, 1993).

Transpirasi merupakan proses fisiologi yang berlangsung melalui stomata dan lentisel, hampir 90% air hilang melalui stomata. Proses tersebut sangat penting karena menjadi media pergerakan hara dalam tanaman, terkait dengan penyerapan CO₂ dan pelepasan O₂. Pada kenyataannya pergerakan air dalam xilem melebihi dari yang diperlukan pengangkutan hara (Zakaria, 2010). Wittwer (1983) menyatakan bahwa konduktan stomata menurun dengan meningkatnya konsentrasi CO₂ internal pada tanaman C3 maupun C4. Selanjutnya Salisbury dan Ross (1992) mengemukakan bahwa CO₂ internal tinggi di daun mengakibatkan stomata menyempit, sesuai dengan penemuan Larcher (1983).

Aspek Jenis dan Intensitas Serangan Penyakit

Berdasarkan hasil penelitian sementara menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi metanol dan ketinggian tempat ditemukan beberapa penyakit sebagai berikut:

a. Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*)

Tabel 37. Persentase (%) intensitas serangan penyakit layu bakteri (*R. solanacearum*) tanaman Kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ketinggian tempat

Umur Tan. saat pengamatan	Konsentrasi ekstrak daun Gamal	Konsentrasi Metanol				Rataan
		M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	
30	H ₁ (±400 m Dpl)	16,0	14,5	16,0	13,5	15,0 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	15,0	15,0	12,7	14,0	14,2 ^a
	H ₃ (±800 m Dpl)	11,5	6,5	11,8	11,5	10,3 ^b
45	H ₁ (±400 m Dpl)	20,5	21,3	20,0	20,5	21,3 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	20,2	18,0	17,7	22,0	19,5 ^a
	H ₃ (±800 m Dpl)	14,5	15,5	14,2	10,5	13,7 ^b
60	H ₁ (±400 m Dpl)	33,0	34,5	32,5	30,0	32,5 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	27,4	21,4	28,0	26,5	25,8 ^b
	H ₃ (±800 m Dpl)	17,5	16,3	15,0	18,5	16,8 ^c

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $\alpha = 0,05$

Penyakit Virus Daun Menggulung (PLRV)

Tabel 38. Rataan Persentase (%) Intensitas Penyakit Virus Daun Menggulung (PRLV) Tanaman pada berbagai konsentrasi metanol dan ketinggian tempat

Umur Tan. saat pengamatan	Konsentrasi ekstrak daun Gamal	Konsentrasi Metanol				Rataan
		M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	
30	H ₁ (±400 m Dpl)	18,0	16,2	19,0	19,5	18,2 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	14,3	14,7	14,0	15,0	14,5 ^a
	H ₃ (±800 m Dpl)	8,8	9,0	09,9	7,0	8,7 ^b

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

44	H ₁ (±400 m Dpl)	19,5	21,0	21,0	20,5	20,5 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	17,5	19,8	18,5	17,5	18,3 ^a
	H ₃ (±800 m Dpl)	09,5	10,5	07,5	08,5	9,0 ^b
58	H ₁ (±400 m Dpl)	21,0	21,2	20,3	22,2	21,2 ^a
	H ₂ (±600 m Dpl)	19,0	18,2	19,3	20,2	19,2 ^a
	H ₃ (±800 m Dpl)	13,5	15,5	15,7	14,2	14,5 ^b

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi metanol setiap minggu pada konsentrasi yang berbeda (0, 10, 20,dan 30%) tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap intensitas serangan penyakit layu bakteri (Tabel 37) dan intensitas serangan penyakit virus daun meng-gulung (Tabel 38).

Perlakuan etanol (0, 10, 20, dan 30%) tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan terhadap Penyakit layu bakteri, sedangkan perlakuan ketinggian tempat (±800, ±600, dan ±400 m Dpl) menghasilkan perbedaan yang signifikan, baik pada umur 30, 45, maupun 60 HST (Tabel 37).Perlakuan ±800 m Dpl menurunkan serangan penyakit layu bakteri dibandingkan dengan ±600 dan ±400 m Dpl. Semakin tinggi ketinggian tempat di atas permukaan laut (Dpl), semakin rendah intensitas serangan penyakit layu bakteri. Hal ini diduga karena ketinggian tempat berperan terhadap tingginya intensitas serangan penyakit pada kentang karena faktor iklim.

Perlakuan etanol (0, 10, 20, dan 30%) tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan terhadap serangan penyakit virus daun menggulung, sedangkan perlakuan ketinggian tempat (±800, ±600, dan ±400 m Dpl) menghasilkan perbedaan yang signifikan, baik pada umur 30, 45, maupun 60 HST (Tabel 8).Perlakuan ±800 m Dpl menunjukkan serangan penyakit virus daun menggulung yang terendah dibandingkan dengan ±600 dan ±400 m Dpl. Semakin tinggi ketinggian tempat di atas permukaan laut (Dpl), semakin rendah intensitas serangan penyakit layu bakteri. Hal ini diduga sama dengan pengaruh pada intensitas penyakit layu bakteri (Tabel 7), karena ketinggian tempat berperan terhadap tingginya intensitas serangan penyakit pada kentang karena faktor iklim. Menurut Semangun (1989) dalam budidaya kentang, penyakit-

penyakit virus memegang peranan yang sangat penting karena virus akan terbawa dalam umbi bibit dan dikatakan bahwa intensitas serangan penyakit PLRV dan PVY akan meningkat atau lebih tinggi pada musim kemarau akibat meningkatnya populasi dan aktivitas vektor.

Aspek Mutu Umbi

Berdasarkan hasil uji Duncan pada Tabel 39 menunjukkan bahwa perlakuan ±800 m Dpl (H3) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara ketinggian tempat (±400, ±600, dan ±800 m Dpl), baik pada umur 30 HST, 60 HST, maupun 75 HST terhadap Kadar air umbi, Kekerasan umbi, dan Kandungan karbohidrat. Konsentrasi etanol 20% (M2) menunjukkan laju fotosintesis yang tertinggi dan berbeda nyata dengan 0% (M0), dan 10% (M1), tetapi tidak berbeda nyata dengan 30% (M3), baik pada umur 30, HST, 60HST dan 75 HST.

Tabel 39. Kadar air umbi, kekerasan umbi, dan Kandungan karbohidrat umbi Tanaman kentang pada berbagai konsentrasi metanol dan ketinggian tempat

Parameter	Konsentrasi ekstrak daun Gamal	Konsentrasi Metanol			
		M ₀	M ₁	M ₂	M ₃
Kadar air umbi (%)	H ₁ (±400 m Dpl)	79,40	78,95	77,41	78,62
	H ₂ (±600 m Dpl)	80,04	79,03	77,60	78,72
	H ₃ (±800 m Dpl)	80,69	79,12	77,79	78,82
	Rataan	80,04 ^a	79,03 ^a	77,60 ^b	78,72 ^{ab}
Kekerasan umbi (Psi)	H ₁ (±400 m Dpl)	3,39	3,41	3,42	3,43
	H ₂ (±600 m Dpl)	3,38	3,40	3,41	3,42
	H ₃ (±800 m Dpl)	3,36	3,39	3,40	3,42
	Rataan	3,38 ^a	3,40 ^b	3,41 ^b	3,42 ^b
Kandungan karbohidrat (g/100/g)	H ₁ (±400 m Dpl)	16,52	18,00	19,13	18,45
	H ₂ (±600 m Dpl)	16,29	17,81	18,96	18,23
	H ₃ (±800 m Dpl)	16,05	17,62	18,79	18,00
	Rataan	16,29 ^a	17,81 ^{ab}	18,70 ^b	18,23 ^b

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan α = 0,05

Aspek Mutu Umbi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi metanol setiap minggu pada konsentrasi yang berbeda (0, 10, 20, dan 30%) memberikan pengaruh yang berbeda terhadap aspek mutu umbi (Kadar air umbi, Kekerasan umbi dan Kandungan air umbi) sedangkan perlakuan ketinggian tempat yang berbeda (± 800 , ± 400 , dan ± 400 m Dpl), tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap mutu umbi (Tabel 39).

Konsentrasi metanol 20% menghasilkan kandungan air umbi yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 39). Persentase kadar air umbi menentukan kandungan bahan keringnya. Hal ini berkaitan dengan akumulasi asimilat/ bahan kering dalam umbi yang ditentukan oleh total akumulasi asimilat bahan kering dalam umbi. Menurut Moorby (1998) disamping faktor intensitas cahaya dan ketersediaan hara, faktor yang sangat menentukan proses fisiologi tanaman yaitu fotosintesis, respirasi, dan metabolisme lainnya, yang akan mempengaruhi keseimbangan antara *Source* dan *Sink*. Hal ini berkaitan dengan akumulasi bahan kering dalam umbi. Menurut Moorby (1998) disamping faktor intensitas cahaya dan ketersediaan hara, faktor yang sangat menentukan proses fisiologi tanaman yaitu fotosintesis, respirasi, dan metabolisme lainnya, yang akan mempengaruhi keseimbangan *source* dan *sink* pada tanaman yang akan berpengaruh pada kandungan kadar air.

Aplikasi metanol 20% mampu menghasilkan kekerasan umbi tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 39). Tingginya kekerasan umbi pada konsentrasi metanol 20% berkaitan dengan peningkatan kandungan karbohidrat umbi kentang. Hal ini disebabkan karena karbohidrat merupakan penyusun utama dinding sel yang terdiri atas selulosa, pectin, hemiselulosa, dan polisakarida lain sebagai penguat antar sel pada umbi kentang (Salunkhe dan Desai, 1994).

Aplikasi metanol 20% mampu meningkatkan kandungan karbohidrat umbi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 39). Peningkatan kandungan karbohidrat disebabkan karena pada konsentrasi etanol

TEKNOLOGI BUDIDAYA KENTANG DI DATARAN TINGGI DAN MEDIUM

20% mampu meningkatkan proses metabolisme karbohidrat tanaman kentang, karena peningkatan CO_2 internal akibat perlakuan tersebut, CO_2 merupakan bahan baku utama fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat (pati, pectin, hemiselulosa dan selulosa) (Salunkhe dan Desai, 1994). Selain itu, CO_2 merupakan unsur esensial karena bagian dari karbohidrat, protein dan lemak (Salisbury dan Ross, 1995).

BAB VI PENUTUP

Pedoman ini merupakan landasan hukum bagi pelaku pembenihan kentang (pemerintah, swasta, badan usaha milik Negara atau badan usaha milik daerah, koperasi, lembaga swadaya masyarakat, produsen atau penangkar benih dan petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. 2007. Principles of Plant Genetics and Breeding. Blackwell Publishing. Malden Oxford-Victoria. 569 p.
- Agrios, G.N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh Triharso).
- Azrai, M, 1997. *Peningkatan tanaman tumpangsari kapas-kacang tanah melalui penerapan sistem jarak tanam dan aplikasi metanol*. Skripsi Sarjana S1. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian dan Kehutanan Unhas.
- Baharuddin, T. Kuswinanti, T., Jayadi. M., Razak Z., Kusmana, and A. Nur. 2014. Acceleration and increase the supply of seed potatoes featured in Sulawesi corridor through the utilization of a package of technological innovation to support national seed self-sufficiency. The final report of the national strategic research featured, second year, Hasanuddin University, Makassar, November 2014.
- Baharuddin. 2006. *Pengembangan Teknologi Produksi Benih Kentang Melalui Pendekatan Bioteknologi Ramah Lingkungan*. Disampaikan pada Penyusunan Action Plan dalam Rangka Swasembada Benih Kentang di Indonesia. Bandung 19 -21 April.
- Barnes, C. E dan W. E. Houghton. 1994. *Effect of methanol applications on acala cotton in Mexico*. Hal 1343-1344 di dalam: D. J. Herbert dan D. A. Ritcher (penyunting.). Proceedings Beltwide Cotton Conferences. National Cotton of America, Memphis, T. N.
- Bhojwani, S. S. and M. K. Razdan. 1983. *Plant Tissue Culture : Theory and Practice*. Elsevier Sci. Publ. Co. INC New York.
- Burrows, M. E. and L.G. Zitter. 2005. *Virus Problems of Potato*. USDA-ARS and Departement of Plant Pathology. Cornell University, Ithaca, NY 14853.
- BPS. 2010. *Sulawesi Selatan dalam Angka*. Badan Pusat statistik, Sulawesi Selatan.

- Bos, L., 1994. *Pengantar Virologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Campbell, N. A., Mitchel, L. G., and Reece, J. B., 2002. *Biologi*, Jilid I Edisi Kelima. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Cothorn, J. T. 1994. *Methanol for cotton*. hal :1330-1335 di dalam : D. J. Herbert dan D. A. Ritcher (penyunting). Proceedings beltwide cotton conferences. National Cotton Council of America, Memphis, T. N.
- Cutter, E. G. 1987. *Structur and Development of The Potato Plant*. P. 70 – 152. In P.M. Harris (ed.). *The Potato Crop : The Scientific Basis for Improvement*. Chapman and Hall. London.
- [DJBPH] Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura, 2010. *Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Buah-Buahan, Sayuran, Tanaman Hias dan Tanaman Obat 2002*.
- [DPSP] Direktorat Perbenihan dan Sarana Produksi, 2010. Direktorat Jenderal Hortikultura. Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Duriat, A. S.S., 1983. *Pengenalan Penyakit Virus dalam Pengembangan Kentang di Indonesia*. Penerbit Ghalia Indonesia.
- Edmond, J. B., T. L. Senn, F. S. Andrew and R. G. Halfacre, 1985. *Fundamental of Horticulture*, Mc. Graw Hill Book Co., New Delhi.
- Fageria, N. K., V. C. Baligar, and C. Jones, 2001. *Growt and Mineral Nutrition of Field Crops*. Marchel Dekker, Inc., New York.
- Gerik, T. J dan K. L. Faver. 1994. *Methanol effects on cotton growth and photosynthesis*, hal :1328. di dalam : D. J. Herbert dan D. A. Ritcher (penyunting). Proceedings Beltwide Cotton Conferences. National Cotton of America, Memphis, T. N.
- Giese, M., U Bauer–Doranth, C. Langebartelss dan H. Sandermann, Jr. 1994. *Detoxification of formaldehyde by the spider plant (Chlorophytum comosum L.) and by soybean (Glycine max L.) cell suspention cultures*. Plant Physiol 104: 1301 – 1309.
- Gunawan, L. W. 1988. *Teknik Kultur Jaringan*. Laboratorium Kultur Jaringan Pusat Antar Universitas Bioteknologi. IPB, Bogor. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

- Halmawati, Y. 2005. *Pertumbuhan dan Produksi Bibit Kentang (Solanum tuberosum) GO dari Berbagai Regenerasi setek Mikro melalui sistem Aeroponik*. Skripsi strata Satu. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hamdani, J. S. (2009). Pengaruh jenis mulsa terhadap pertumbuhan dan hasil tiga kultivar kentang (*Solanum tuberosum* L.) yang ditanam di dataran medium. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 37(1).
- Hancock, R.D., W.L., Morris, L.J.M. Ducreus, J.A. Morris, M. Usman, S.R. Verrall, J.Fuller, C.G.Simpson, R. Zhang, P.E. Hedley, and M.A. Taylor. 2014. Physiology, Biochemical and Molecular Responses of the Potato Plant to Moderately Elevated Temperature. *Plant, Cell and Environment*. 37:439-450.
- Hartus, T, 2016. *Usaha Pembibitan Kentang Bebas Virus*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Hartman, H. T. and D. E. Kester. 1983. *Plant Propagation, Principles and Practices*. 4th ed. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffee, New Jersey.
- Hilman, Y. 1997. *Pengaruh Penggunaan Pupuk Nitrogen, Fosfor, Nitrogen terhadap Mutu Umbi Kentang*. Laporan Kerjasama Balai Penelitian Hortikultura Lembang dengan PT Petrokimia Gresik. Buletin Penelitian Hortikultura Volume XV, No. 1, 1997.
- Howard, R. 2006. *Hydroponic Questions and Answers for Successful Growing*. Santa Barbara, California : Woodbridge Press Publishing Company.
- Jannah, K. M. 2016. Ketersediaan Benih Kentang Minim, Indonesia Masih Impor. <http://economy.okezone.com/read/2017/11/23/320/1549276>. [Diakses 2 Nopember 2018].
- Jensen, M. H. and W. L Collins. 2005. *Hydroponic Vegetable Production*. *Horticultural Reviews* 7: 483 – 558.
- Jordan, D. B dan W. L. Ogren. 1984. *The CO₂O₂ specificity of ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase. Dependence on ribulose bisphosphate concentration, pH and temperature*. *Plant*. 161:308.

- Kleinskops, G. E., D. T. Westerman and R. B. Dwelle. 1981. *Dry Matter Production and Nitrogen Utilization by Six Potato Cultivar*. 73 : 749 – 802.
- Leegood, R. C. 1996. *Primary photosynthate production physiology and metabolism*. Hal: 21-41 di dalam: Zamski, E. dan A. A. Schaffer (penyunting). *Photoassimilate Distribution in Plants and Crops*. Marcell Dekker, Inc. New York-Basel-Hongkong.
- Madeiras, C. A. B., A. H. Ziemir., S. Daniel, and J. Pareira. 2002. *Tuber Initiation in Hydroponically Grown Potatoes by Alteration of Solution pH*. *Hort. Science*, 29 (6) :621-623.
- Matthews, R. I. B., 1992. *Plant Pathology*. Academic Press, New York. p. 255-260.
- Mauney, J. R., Guin, K. E. Fry dan J. W. Radin, 1976. *Correlation of photosynthetic carbon dioxide uptake and carbohydrate accumulation in cotton, soybean, and sorghum*. *Photosynthetic*. 13:260-266.
- McGiffen, M. E dan J. A. Manthey. 1996. *The role of methanol promoting plant growth: A current evaluation*. *Hort. Science*. 31 (7): 1092-1096.
- Merlin, M. 2006. *Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Bibit Kentang (Solanum tuberosum) pada Berbagai Konsentrasi Pupuk Daun Super ACI dengan Sistem Budidaya Aeroponik*. Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Michael, J. and J. Pelzcar. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mueller, D. S., Li, S., Hartman, G. L., and W. L. Pedersen. 2002. *Use of Aeroponic Chambers and Grafting to Study Partial Resistance to Fusarium solani f.sp. glycines in soybean*. Department of Crop Science, University of Illionois, Urbana. *Plant. Dis*. 86: 1223 -1226
- Muhibuddin, A.,Z. Razak S. Salam., Syamsia and J. Boling, 2018. *Nutrients Formulation for Improving Production and Quality of Potato Minitubers Using Aeroponic System in Indonesia*. *J. Advances in Environmental Biology*, 12(12):39-42.

- Muhibuddin, A., 2016. Inovasi Teknologi Pengembangan Budidaya Kentang di Dataran Medium, Teori dan Pengalaman empiris. Penerbit, Kretakufa Print, Makassar. ISBN: 978-602-6928-06-1, 181 Halaman.
- Muhibuddin, A., dan M. Ansyar. 2007. *Analisis Kandungan Bahan Aktif Limbah Brassica Spp. sebagai Biopestisida untuk Pengendalian Cendawan (Soilborne pathogen)*. Laporan Hasil Penelitian Fundamental Tahun I, Universitas "45" Makassar.
- Muhibuddin, A. 2008. *Formulasi Nutrisi Sistem Aeroponik*. Disampaikan pada Pelatihan Nasional Apresiasi Aeroponik Kentang G0. Makassar 1 – 4 Juli 2008.
- Muhibuddin, A., M. Ansyar, dan Suhaerah. 2008. *Pengembangan Teknologi Produksi Benih Kentang Hasil Kultur Jaringan melalui Sistem Aeroponik dengan Formulasi Unsur Hara*. Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing Tahun I. Universitas "45" Makassar
- Muhibuddin, A., M. Ansyar, dan Fatmawati. 2009. *Pengembangan Teknologi Produksi Benih Kentang Hasil Kultur Jaringan melalui Sistem Aeroponik dengan Formulasi Unsur Hara*. Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing Tahun II. Universitas "45" Makassar
- Muhibuddin, A. 2010. *Rerposn pertumbuhan Bibi Kentang G1 terhadap Konsentrasi Metanol di Rumah Kaca*. Laporan Penelitian, tidak dipublikasikan, Program Studi Agroteknologi Universitas "45" Makassar.
- Muhibuddin, A. 2011. *Pemanfaatan Mikoriza Arbuskular untuk efisiensi Pemupukan fosfor pada Pertanaman Kentang*. Laporan Penelitian, tidak dipublikasikan, Program Studi Agroteknologi Universitas "45" Makassar.
- Neitherhouser, J. S., 1993. *International Cooperation and The Role of Potato in Feeding The Word*. Amer Potato J. 70 : 385 – 387.
- Nishio, J. N., S. Huang, T. L. Winder, M. P. Browson dan L. Ngo. 1994. *Physiological aspects of methanol feeding to higher plants*. Proc. 20th Annu. Meeting Plant Growth Regulat. Soc. Amer. hal 8 – 13

- Nomomura, A. M dan A. A Benson 1992. *The path of carbon in photosynthesis. Improved crop yield with metanol*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 89:8794-8798.
- Park Jong Sub. 2005. *Pengalaman Memproduksi Benih Kentang GO dengan Sistem Aeroponik*. Korea International Cooperation Agency (KOICA). Korea.
- [PMPRI] Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2006. Nomor : 40/Permentan/OT.140/8/2006, tanggal: 31 Agustus 2006, Tentang Pedoman Perbenihan Kentang.
- Ramulu, K. S. 1985. *Origin and Nature of Somaclonal Variation in Potato*. P188 – 201. In J. Semal (ed). *Somaclonal Variation on Crop improvement*. Martinus Nijhoff Dordrecht.
- Ress, H. M. 2004. *Hydroponic Food Production*. Woodridge Press, Santa Barbara, California.
- Rolot, J. L., H. Seutin, and D. Michelante. 2002. *Potato Minituber Production Through Hydroponic : Assessment of a System Combining the NFT and Gravel Culture Techniques for Two Types of Nutrient Solution*. Am. Potato J. 27 : 257-262
- Rusiah, M., & Wahyudin, A. (2005). Dampak aktivitas pertanian kentang terhadap kerusakan lingkungan obyek wisata dataran tinggi Dieng. Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY, 1(1).
- Semangun, H. 1994. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [SDPHPSS] Sub Dinas Produksi Hortikultura Propinsi Sulawesi Selatan, 2005. *Buku Panduan Standar Prosedur Operasional Budidaya Kentang (Solanum tuberosum)*. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura, Sub Dinas Produksi Hortikultura Propinsi Sulawesi Selatan, Makassar.
- Sunu, P. dan Wartoyo, 2006. *Dasar hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret*, Surakarta.
- Sunarjono. 1984. *Kendala dalam Memproduksi Kentang secara Perspektif di Indonesia*. Dalam Kumpulan Makalah Latihan Teknik Pembibitan Kentang. Balai Penelitian Hortikultura, Lembang.

- Suyamto., A. K. Karyadi, dan U. S. Nugraha. 2005. *Teknologi Produksi Benih Kentang (Solanum tuberosum L.) Berkualitas*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian. Makalah Disampaikan pada Semiloka Nasional Sehari Perbenihan Hortikultura, Bantaeng, 23 Mei 2005.
- Smith, D. 1976. *Potatoes: Production, Storing, Processing*. 2nd ed, AVI. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Sondahl, M. H. Sharp, W.H. and D. A. Evans. 1984. *Tissue Culture Technology and Development Application for Agriculture*. The Potential for The Third world. Tissue Culture.
- Sutrisna, N., Suwalan, S., & Ishaq, I. (2003). Uji Kelayakan Teknis dan Finansial Penggunaan Pupuk NPK Anorganik pada Tanaman Kentang Dataran Tinggi di Jawa Barat. *Jurnal Hortikultura*, 13(1), 67-75.
- Uren, N. C. 1981. *Chemical Reduction of an Insoluble Higher Oxide of Manganese by Plant Roots*. *Journal of Plant Nutrition* 4: 65 – 71.
- Usman. 2006. *Pengaruh Unsur Hara N, P, dan K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kentang Varietas Granola Secara Aeroponik*. Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas "45", Makassar.
- Vanes, A and K. J. Hartmans. 1981. *Structure and Chemical Composition of the Potato*. P. 17 – 81. In. A. Rastovski, A. Vanes et al. (ed.). *Storage of Potatos : Post-Harvest Behaviour, Storage Design, Storage Practice, Handling*. Center for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen
- Wattimena. 2005. *Mikropropagation as an Alternatif Technology for Potatoes Production in Indonesia*. Thesis. Univ. Wisconsin, Madison. 203 p
- Wattimena, G.A., N. A. Mattjik., and Purwito, 1997. *Research and Development of Potato Biotechnology from the Laboratory to the Market*. Proceeding IAMA Seminar New Technology in Agribusiness

- Wattimena, G.A. 2005. *Prospek Plasma Nutfah kentang dalam Mendukung Swasembada Benih Kentang di Indonesia*. Pusat Penelitian sumberdaya Hayati dan Bioteknologi (PPSHB) IPB dan Jurusan Agrohort, Fakultas Pertanian. IPB.
- William, K., F. Percival., J. Merino, and H. A. Mooney. 1997. *Estimation of Tissue Construction Cost From Heat of Combustion and Organic Nitrogen Content*. Plant, Cell and Environment 10: 725 – 734.
- Wheeler, R. M., Mackowiak, C.L., Sager, J. C., Knott, W.M. and C. R. Hinkle. 2008. *Potato Growth and Yield Using Nutrient Film Technique (NFT)*. Am. Potato J. 67,p.177-187
- Zakaria, B. 2010. *Stimulan CO₂ terhadap Fotosintesis dan Cekaman Tanaman*. Penerbit Kretakupa Print, Makassar.