

KOMBINASI PERSILANGAN DAN SELEKSI *IN VITRO* UNTUK MENDAPATKAN KULTIVAR UNGGUL KENTANG

Agus Purwito^{1)*}, G.A. Wattimena¹⁾

ABSTRACT

CROSSING AND IN VITRO SELECTION TO PRODUCE HIGH YIELD POTATO CLONES

Cultivars Granola dan Atlantic are the best cultivars so far for farmers, due to it adaptation in Indonesia. Cv Granola is resistant to several important diseases, but the quality is low, thus only produce for vegetable purposes. Cv Atlantic is the best cultivar, in term of productivity and quality. Cv Atlantic is suitable for industry purposes, but susceptible to several important diseases. Crossing between both cultivars expected to produce high yielding cultivars and adapted to Indonesian environment. The method used was crossing and germinated the seed then selected in vitro. Each germinated seed was propagated in vitro and considered as clones. In vitro selection was performed through vigour, bacterial wilt and soft rot test, as well as micro tuber production. The result of selection was then verified in the field. From thousands of seed germinated producing 12 selected clones, 7 clones of them were showed better than their parent in term of tuberization and micro tuber production. The clones were Atnola 1, Atnola 5, Atnola 3, Atnola 10, Atnola 12, Atnola 24, and Atnola 26. Four clones showed level of resistance better than the parent, namely Atnola 3, Atnola 5, Atnola 8, and Atnola 10. The result of field test showed that the seven clones produced better tuber than the parent Atlantic dan Granola, which were Atnola 5 dan Atnola 10 showed vigour, tuber weight, and better level of resistance, thus will be the candidate of high yielding cultivars.

Keyword: Atlantic, crossing, Granola, In vitro selection

ABSTRAK

Kultivar Granola dan Atlantic adalah kultivar yang telah dikenal luas oleh petani di Indonesia. Granola beradaptasi cukup baik di Indonesia dan tahan terhadap penyakit penting, tetapi mutu umbi yang dihasilkan rendah, sehingga hanya cocok untuk sayuran. Atlantic adalah kultivar berproduksi tinggi dan bermutu tinggi untuk kebutuhan industri, akan tetapi tidak tahan terhadap beberapa penyakit penting. Persilangan antara keduanya diharapkan menghasilkan kultivar unggul. Metode yang digunakan adalah persilangan, dan biji yang dihasilkan dikecambahkan dan diseleksi secara *in vitro*. Setiap kecambah diperbanyak menjadi klon. Seleksi dilakukan terhadap vigor, ketahanan terhadap layu bakteri dan busuk lunak, serta produksi umbi mikro. Hasil seleksi *in vitro* tersebut kemudian diverifikasi di lapangan. Dari ratusan biji yang dikecambahkan dihasilkan 12 klon terseleksi, 7 di antaranya yang memiliki sifat-sifat pengumbian dan produksi yang lebih baik dibandingkan tetua. Klon-klon tersebut adalah Atnola 1, Atnola 5, Atnola 3, Atnola 10, Atnola 12, Atnola 24, dan Atnola 26. Empat klon di antaranya memiliki tingkat ketahanan terhadap layu bakteri dan busuk lunak, yaitu Atnola 3, Atnola 5, Atnola 8, dan Atnola 10. Hasil uji produksi di lapangan menunjukkan bahwa ke-7 klon tersebut menghasilkan produksi umbi dan bobot

kering yang lebih baik dari tetuanya, yaitu Atlantic dan Granola; Klon Atnola 5 dan 10 memiliki vigor, pengumbian, produksi, dan tingkat ketahanan yang lebih baik yang akan menjadi calon kultivar kentang unggul.

Kata kunci: *Atlantic*, *Granola*, persilangan, seleksi *in vitro*.

PENDAHULUAN

Indonesia sampai saat ini belum mempunyai kultivar kentang unggul hasil perakitan sendiri. Indonesia masih menggunakan kultivar Granola (asal Jerman) untuk konsumsi segar dan Atlantic (asal Amerika Serikat) khusus untuk *chip*. Kultivar Granola memiliki keunggulan dalam umur pendek, hasil cukup tinggi, bentuk umbi yang bagus tahan penyakit virus PVX dan PVY, agak tahan hawar daun dan penyakit layu. Kelemahan Granola adalah mempunyai kadar air yang tinggi dan tidak cocok untuk kentang olahan. Di sisi lain, Kultivar Atlantic berumur pendek, tahan penyakit PVX, mutu umbi sangat baik, bahan kering tinggi dan sangat baik untuk dijadikan *chip* dan *fries*. Kelemahan Atlantic adalah peka terhadap virus PVY, hawar daun, dan penyakit layu bakteri. Saat ini diperlukan perakitan kultivar kentang unggul di Indonesia secara cepat yang memiliki sifat keunggulan antara Granola dan Atlantic. Persilangan antara keduanya diharapkan dapat dihasilkan kultivar yang dimaksud. Program pemuliaan pada kentang secara konvensional memerlukan, dana, waktu dan tenaga yang

¹⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

* Penulis korespondensi: (+62251) 8429346/ pes 6803

sangat besar, karena sebagai tanaman tetraploid ($2n=4x=48$) penurunan sifatnya secara tetrasomik. Sebagai tanaman yang dapat dikembangkan secara vegetatif, kombinasi cara konvensional dan teknik kultur *in vitro* dapat dilakukan untuk mendapatkan kultivar unggul secara lebih cepat.

Biji hasil persilangan antara Atlantic×Granola dicambahkan secara *in vitro*. Setiap kecambah diperbanyak secara *in vitro* sebagai satu klon. Klon-klon yang dihasilkan diseleksi secara *in vitro*, melalui produksi umbi *in vitro*, vigor *in vitro*, dan ketahanannya terhadap penyakit secara *in vitro*. Uji *in vitro* telah terbukti dapat dipakai sebagai seleksi awal kultivar kentang yang sangat efisien (Samanhudi 2001). Klon-klon terpilih kemudian diperbanyak dan ditanam untuk produksi stek mini, umbi mini (G0) dan umbi G1 di lapangan. Selama proses produksi G0 dan G1 juga dilakukan uji ketahanan dan uji produksi. Produksi umbi G0 dilakukan di rumah ketat serangga menggunakan stek mini, produksi umbi G1 dilakukan dengan menanam umbi bibit G0 di lapangan. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan klon-klon terpilih hasil silangan antara kultivar Atlantic dan Granola sebagai kandidat kultivar unggul kentang Indonesia.

METODE PENELITIAN

Persilangan Atlantic × Granola

Produksi biji botani dari silangan antara Atlantic×Granola dilakukan di Rumah Plastik, Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) Lembang, Bandung. Kedua kultivar tersebut berasal dari perbanyakan *in vitro*. Plantlet yang dihasilkan diaklimatisasi dan disetek secara berulang untuk menghasilkan stek mini. Setelah itu stek mini diakarkan pada media tanah dan arang sekam (1:1). Setelah berumur 2 minggu, stek mini berakar ditanam di rumah plastik dalam *polybag* 10 kg untuk menghasilkan bunga. Persilangan dilakukan segera setelah tanaman berbunga.

Seleksi dan Perbanyakan Klonal

Biji botani yang dihasilkan diseleksi dengan membuang biji yang berukuran kecil. Benih yang terpilih disterilisasi sebagai berikut. Benih direndam dengan chlorox 20% selama 5 menit dan dibilas air steril sebanyak tiga kali. Kemudian benih tersebut direndam dalam alkohol 70% selama 30 detik dan dibilas dengan air steril sebanyak tiga kali. Benih yang telah steril ditetesi dengan Bethadine dan ditanam dalam media MS0 (Media dasar MS, sukrosa 3%, dan agar-agar 0,7%). Dua sampai tiga minggu setelah perkecambahan, setiap kecambah sudah dapat diperbanyak. Perbanyakan dilakukan dengan setek *in vitro* buku tunggal. Dari satu buku tunggal, sesudah satu bulan dapat dihasilkan 8-10 buku tunggal.

Uji vigor *in vitro*

Klon kentang hasil silangan ditanam dalam medium Murashige dan Skoog (1962) tanpa ZPT+10% air kelapa+5 mg.l⁻¹ kalsium pantotenat. Setiap ulangan terdiri atas 10 botol kultur dengan dua eksplan. Eksplan yang dipakai adalah tunas samping. Vigor tanaman diamati dari pertumbuhan vegetatifnya. Pengamatan dilakukan setiap minggu sampai minggu ke-10.

Uji produksi umbi *in vitro*

Klon kentang hasil silangan ditanam dalam medium Murashige dan Skoog (1962) tanpa ZPT+10% air kelapa+5mg.l⁻¹ kalsium pantotenat. Setiap ulangan terdiri dari 10 botol kultur dengan dua eksplan. Eksplan yang dipakai adalah tunas samping. Setelah kultur berumur 6 minggu, medium pengumbian cair yang mengandung medium MS+400mg.l⁻¹ cycocel, 5mg.l⁻¹ BAP+90g.l⁻¹ sukrosa ditambahkan ke dalam medium kultur sehingga menghasilkan dua lapisan media. Kultur kemudian diinkubasi pada ruang kultur tanpa penyalinan (gelap) pada suhu 19–21°C. Setelah beberapa minggu, umbi mikro diproduksi. Pengamatan dilakukan pada setiap minggu terhadap peubah jumlah umbi, saat munculnya umbi, ukuran umbi, dan persentase bobot kering umbi.

Pengujian Penyakit Bakteri Secara *In vitro*

Inokulasi dengan *Ralstonia solanacearum* dilakukan pada tanaman *in vitro* pada saat kultur berumur empat minggu. Kultur diinokulasi dari biakan murni yang ditumbuhkan pada media SPA berumur 48 jam, kemudian diinkubasi selama 48 jam sambil dikocok dengan menggunakan *shaker* berkecepatan 150rpm. Selanjutnya dilakukan pengenceran sampai didapat konsentrasi 10⁹ sel per mililiter. Inokulasi untuk *R. solanacearum* maupun *Erwinia* dilakukan dengan metode gunting pucuk, yaitu gunting dicelupkan ke dalam suspensi bakteri setiap kali digunakan untuk menggantung pucuk dari plantlet. Pengamatan dilakukan terhadap tiga peubah: (a) periode inkubasi, (b) kejadian penyakit, dan (c) ketahanan tanaman. Periode inkubasi merupakan periode waktu yang dibutuhkan oleh patogen sejak penetrasi hingga timbul infeksi yang dapat dilihat pada tanaman. Pengamatan terhadap periode inkubasi dilakukan setiap hari dan dimulai dari 1 hari setelah inkubasi hingga timbul gejala awal. Kejadian penyakit dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Kp = \frac{n}{N} \times 100\%$$

dengan: *Kp* : Kejadian penyakit (% layu), *n* : Jumlah tanaman layu, *N* : Jumlah tanaman yang diamati.

Untuk mengetahui tingkat ketahanan masing-masing klon kentang yang diuji, nilai persentase dikonsentrasikan ke derajat ketahanan menurut cara Thaveecha *et al.* (1989) pada Tabel 1.

Untuk pengujian ketahanan penyakit terhadap klon-klon yang diseleksi digunakan kultivar yang telah diketahui ketahanannya sebagai kontrol tahan maupun kontrol peka. Kontrol peka adalah BF 15, kontrol tahan S. stenotomum, serta Atlantic dan Granola sebagai kontrol tetua

Penelitian di Rumah Kawat dan Uji Produksi di Lapangan

Tabel 1 Derajat Ketahanan Menurut Cara Thaveecha *et al.* (1989)

Persentase Kejadian Penyakit (%)	Tingkat Ketahanan
0-20	Tahan (T)
21-40	Agak Tahan (AT)
41-60	Agak Rentan (AR)
61-100	Rentan (R)

Aklimatisasi Planlet Kentang

Planlet (tanaman *in vitro*) kentang yang telah berumur 3-4 minggu dan yang telah berakar pada media dicuci bersih kemudian diaklimatisasikan dan ditanam dalam stoples plastik yang berisi arang sekam yang steril. Setiap stoples yang berdiameter 14 cm ini berisi 100 planlet. Setelah aklimatisasi selama 3-4 minggu, bibit kentang tersebut dapat mulai dipanen setek pucuknya untuk bahan setek mini. Setek mini terdiri atas dua buku. Setek mini yang telah dikumpulkan dalam wadah berisi air, disemai dalam bak plastik dengan media campuran tanah:arang sekam=1:1 atau tanah:arang sekam:pupuk ayam = 1:1:1 (nisbah volume). Setek mini dapat dipanen setiap minggu.

Setelah tanaman berumur 3 minggu tanaman siap untuk dipindahkan ke tanah untuk percobaan di rumah kawat maupun untuk produksi umbi mini G0. Pemeliharaan selama aklimatisasi ini berupa penyemprotan pupuk daun (Hyponex/Bayfolan/Gandasil D) setiap 3 hari dan penyemprotan fungisida Dithane atau Vendozeb.

Pengujian di Rumah Kawat

Pengujian di rumah kawat dilakukan sebagai lanjutan hasil uji *in vitro*. Klon yang telah terseleksi secara *in vitro* aklimatisasi dipindahkan ke *polybag* berdiameter 25cm. *Polybag* itu berisi 10kg media yang terdiri dari campuran tanah subsoil, arang sekam dan pupuk kandang dalam nisbah 3:1:1 berdasarkan volume. Campuran media tersebut disterilkan dahulu.

Pemeliharaan tanaman terdiri atas penyiraman tiap hari, penyemprotan insektisida dan fungisida setiap seminggu. Pemupukan NPK 15:15:15 dengan dosis 2g per tanaman dua minggu setelah tanam (MST), NPK 20:20:20 dengan dosis 4g per tanaman pada umur empat minggu setelah tanam (MST) dan penyemprotan pupuk daun setiap minggu sekali. Inokulasi dengan patogen patogen dilakukan pada waktu tanaman berumur 3 minggu. Inokulasi dilakukan dengan cara menyiramkan suspensi bakteri dengan

konsentrasi 10⁹ sel.ml⁻¹ pada media tumbuh (Yursida 1994; Samanhudi 2001). Peubah yang diamati meliputi (a) periode inkubasi, (b) kejadian penyakit, dan (c) ketahanan tanaman. Pengamatan terhadap periode inkubasi dimulai satu hari setelah inokulasi hingga gejala awal. Pengamatan kejadian penyakit dilakukan sebanyak enam kali mulai dua minggu setelah inokulasi dengan selang waktu satu minggu.

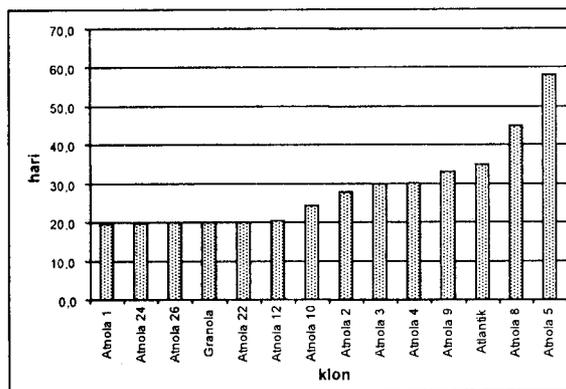
Produksi Umbi G1

Umbi mini G0 diproduksi dari klon-klon yang terseleksi secara *in vitro* terhadap *R. solanacearum* dan *Erwinia* termasuk tetuanya, kultivar Granola dan Atlantic. Setiap klon ditanam dalam bak. Persiapan media dilakukan tiga minggu sebelum penanaman. Jarak tanam yang dipakai adalah 10cm×10cm. Bibit kentang umbi G0 yang sudah bertunas ditanam pada lubang tanaman yang telah tersedia. Penyemprotan insektisida dan fungisida dilakukan setiap minggu. Insektisida dan fungisida yang digunakan adalah Marshal, Buldoc 25EC, Curacron, Dithane, Antracol, Trined, dan Vendozel. Pengamatan hasil dilakukan terhadap bobot umbi tanaman, jumlah umbi per tanaman, dan tinggi tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seleksi Vigor *In Vitro*

Kecambah yang dihasilkan diperbanyak secara *in vitro* sebagai klon. Ratusan klon tersebut kemudian diseleksi berdasarkan vigor (ketegaran) yang mencakup pertumbuhan batang, daun, dan sistem perakarannya. Hasil seleksi visual tersebut dapat menyeleksi ratusan klon yang dihasilkan menjadi 30 klon. Klon-klon terseleksi tersebut bersama kedua tetuanya ditanam masing-masing 15 ulangan untuk mengamati beberapa peubah, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, dan sistem perakarannya, terutama pada minggu ke-8 setelah tanam. Pengamatan menunjukkan bahwa ketiga peubah yang diamati tersebut beragam tergantung pada



Gambar 1 Waktu Inisiasi Umbi Klon-Klon Kentang Hasil Persilangan cv. Atlantic dan cv. Granola

klon yang diamati. Umumnya vigor tanaman hasil silangan lebih baik dibandingkan tetuanya, yaitu Atlantic dan Granola.

Uji Produksi Umbi secara In Vitro

Dari 30 klon terseleksi, beberapa klon mengalami kontaminasi, kemudian dapat diperoleh 12 klon yang diuji lebih lanjut. Menurut Gopal dan Minocha (1998) hasil pengujian *in vitro* terhadap beberapa karakter agronomi kentang memiliki korelasi yang sangat nyata di antaranya jumlah umbi dan bobot umbi.

Gambar 1 menunjukkan bahwa kultivar Granola memiliki waktu inisiasi umbi yang lebih singkat dibandingkan dengan kultivar Atlantic. Hal ini sesuai dengan informasi sebelumnya bahwa kultivar Granola memiliki umur yang genjah dan kultivar Atlantic berumur sedang atau agak genjah (Jonston 1991). Dengan demikian klon-klon yang memiliki waktu inisiasi lebih pendek dari

Granola, yaitu klon Atnola 1, Atnola 2, Atnola 3, Atnola 9, Atnola 10, Atnola 16, Atnola 22, dan Atnola 26 (Tabel 2). Klon-klon tersebut dapat diduga memiliki jumlah umbi yang lebih tinggi daripada jumlah umbi yang dihasilkan kultivar Atlantic maupun Granola. Hal ini didasarkan pada penelitian Alsadon *et al.* (1988) dan Lentini (1988) yang menyatakan bahwa produktivitas umbi dapat dicerminkan dari hasil umbi mikro secara *in vitro*. Pendapat ini disempurnakan oleh Naik *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa jumlah umbi mikro merupakan faktor yang lebih penting dibandingkan bobot umbi dalam menentukan produksi di lapangan dan lebih merekomendasikan jumlah umbi mikro dibandingkan bobot umbi untuk menduga tingkat produksi klon. Dengan demikian klon Atnola 1, Atnola 2, Atnola 3, Atnola 9, Atnola 10, Atnola 16, Atnola 22, dan Atnola 26 merupakan calon kultivar yang memiliki tingkat produksi yang baik.

Klon Atnola 5 dan Atnola 12 menghasilkan rata-rata umbi yang 25% lebih tinggi dibandingkan kultivar

Tabel 2 Bobot Umbi dan Bobot Kering Klon-Klon Kentang Hasil Persilangan cv. Atlantic dan cv. Granola Berdasarkan Pengujian *in vitro*

Klon	Bobot/umbi		Bobot umbi/ tanaman	Persentase bobot kering		Jumlah Umbi	
gram.....		%.....			
Atlantic (tetua)	0,32	c	0,365	19,67	b	1,13	e
Granola (tetua)	0,18	e	0,232	12,33	k	1,27	de
Atnola 1	0,21	d	0,533	13,62	fg	2,50	a
Atnola 2	0,06	hi	0,082	20,17	a	1,30	de
Atnola 3	0,08	g	0,185	13,78	f	2,20	ab
Atnola 4	0,07	gh	0,093	11,75	l	1,27	de
Atnola 5	0,43	a	0,430	13,37	h	1,00	e
Atnola 8	0,08	g	0,095	12,80	j	1,13	e
Atnola 9	0,22	d	0,391	13,71	f	1,80	bc
Atnola 10	0,06	i	0,100	18,18	d	1,67	cd
Atnola 12	0,40	b	0,927	18,93	c	2,30	a
Atnola 22	0,04	i	0,069	13,11	i	1,73	bcd
Atnola 24	0,18	e	0,176	13,48	gh	1,00	e
Atnola 26	0,12	f	0,304	14,18	e	2,53	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada DMRT taraf 5%.

kultivar Granola, yaitu Atnola 1 dan Atnola 24, diharapkan memiliki umur panen yang lebih pendek. Demikian juga dengan beberapa klon yang tidak berbeda nyata dengan Granola yaitu Atnola 22, Atnola 24, dan Atnola 26, diharapkan termasuk klon yang memiliki umur genjah atau sama dengan Granola. Sebaliknya klon-klon yang memiliki waktu inisiasi yang lebih lama dibandingkan kultivar Atlantic, yaitu Atnola 8 dan Atnola 5 diduga akan memiliki umur panen yang lebih lama. Pernyataan tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Alsadon *et al.* (1988) dan Alsadon (1989) yang menyatakan bahwa terdapat kaitan yang erat antara produksi umbi mikro *in vitro* dengan produksi umbi di lapangan. Dari hasil pengujian, terdapat klon-klon hasil persilangan yang menghasilkan umbi pertanaman lebih banyak dari yang dihasilkan oleh kultivar Atlantic dan

Atlantic. Klon Atnola 5, Atnola 12, Atnola 1, dan Atnola 9 menghasilkan bobot rata-rata umbi yang dua kali lebih tinggi dibandingkan kultivar Granola. Klon Atnola 24 menghasilkan bobot rata-rata umbi yang tidak berbeda nyata secara statistik dengan kultivar Granola. Berdasarkan asumsi tersebut, klon Atnola 12, Atnola 1, Atnola 5, dan Atnola 9 dapat dikategorikan memiliki potensi sebagai klon-klon yang berdaya hasil tinggi karena berdasarkan pengujian pengumbian *in vitro* produksi umbi klon-klon tersebut lebih tinggi dari produksi umbi klon Atlantic. Klon Atnola 26 dapat dikategorikan sebagai klon yang berdaya hasil tinggi karena produksinya lebih tinggi dibandingkan Granola. Bobot kering umbi berkaitan erat dengan pemanfaatan umbi kentang. Umbi kentang dengan kandungan bobot kering yang tinggi atau kadar air yang

rendah lebih disukai sebagai bahan baku industri. Kultivar Atlantic memiliki kandungan bahan kering yang tinggi, kultivar Granola memiliki kadar air yang tinggi dan kandungan bahan kering yang rendah sehingga tidak cocok untuk kentang olahan (Jossten 1991).

Berdasarkan hasil pengujian kandungan bahan kering umbi mini, umbi kultivar Granola memiliki bobot kering yang lebih rendah daripada kultivar Atlantic (Tabel 2). Klon-klon hasil persilangan kultivar Atlantic dan kultivar Granola memiliki bobot kering yang berbeda-beda. Perbedaan bobot kering umbi mini ini menurut Kawakami *et al.* (2003) berkorelasi nyata dengan hasil bobot kering umbi yang ditanam secara konvensional di lapangan. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat satu klon yang memiliki bobot kering lebih tinggi dari kultivar Atlantic, yaitu Atnola 2. Klon ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai kultivar yang baik untuk bahan baku industri pengolahan kentang.

Uji Ketahanan terhadap Bakteri secara In Vitro Periode Inkubasi

tersebut sama dengan gejala di lapangan. Gejala penyakit layu bakteri adalah kelayuan, tanaman kerdil, serta daun yang menguning (Kelman 1953; Martin, French 1996). Gejala busuk lunak dalam pengujian *in vitro* diawali dengan adanya bagian tanaman yang membusuk berwarna hitam, kemudian diikuti dengan berubahnya warna tanaman menjadi pucat atau pudar dan berikutnya tanaman menjadi lemah. Menurut CIP dan Balitsa (1999) jaringan yang terinfeksi *E. carotovora pv. carotovora* menjadi basah, berwarna krem kehitam-hitaman dan lunak, sehingga mudah dibedakan dengan jaringan yang sehat. Periode inkubasi klon-klon hasil persilangan kultivar Atlantic dan Granola berkisar antara 4,5 dan 8,06 hari untuk *R. solanacearum*, dan 4,5 hingga 10,6 hari untuk *E. carotovora pv. carotovora*.

Dibandingkan dengan klon rentan (BF15) dan klon tahan (*Solanum stenotomum*), ada beberapa klon hasil persilangan kultivar Atlantic dan Granola yang periode inkubasinya lebih cepat dari pembandingan rentan, dan ada satu klon yang periode inkubasinya lebih lama daripada pembandingan tahan. Dari hasil pengujian ini didapatkan

Tabel 3 Kejadian Penyakit dan Tingkat Ketahanan Klon-Klon Kentang Hasil Persilangan CV. Atlantic dan CV. Granola Terhadap Penyakit Layu Bakteri (*R. solanacearum*) dan Busuk Lunak (*E. carotovora pv. carotovora*)

Klon	Periode inkubasi Layu Bakteri	Periode inkubasi Busuk Lunak	Kejadian penyakit layu bakteri (%)	Tingkat ketahanan layu bakteri	Kejadian penyakit busuk lunak (%)	Tingkat ketahanan busuk lunak
Atlantic (tetua)	4,20	5,33	100,00	R	100,00	R
Granola (tetua)	6,80	8,60	66,67	AR	36,36	AT
Atnola 1	5,60	4,67	93,33	R	88,89	R
Atnola 2	5,80	7,73	89,47	R	68,89	AR
Atnola 3	7,67	8,73	63,63	AR	50,50	AR
Atnola 4	5,07	4,67	98,00	R	60,53	AR
Atnola 5	7,27	10,60	85,71	R	37,65	AT
Atnola 8	5,47	8,47	85,29	R	50,00	AT
Atnola 9	4,40	4,87	100,00	R	100,00	R
Atnola 10	8,06	7,47	75,00	AR	42,86	AT
Atnola 12	4,13	5,60	100,00	R	66,67	AR
Atnola 22	4,33	6,27	100,00	R	48,28	AT
Atnola 24	4,40	4,53	100,00	R	100,00	R
Atnola 26	4,40	5,00	100,00	R	86,00	R
BF15 (pembandingan rentan)	4,50	5,00	100,00	R	100,00	R
<i>S. stenotomum</i> (pembandingan tahan)	8,50	10,16	19,65	T	23,00	T

Keterangan :

R = Rentan, AR = Agak Rentan, T = Tahan, AT = Agak Tahan

Hasil pengamatan pada periode inkubasi atau saat timbulnya gejala layu bakteri dan busuk lunak setelah inokulasi secara *in vitro* disajikan pada Tabel 3. Di lapangan, periode inkubasi sangat ditentukan oleh faktor lingkungan seperti cahaya, air, dan suhu (Niks, Lindhout 2006). Gejala layu bakteri diawali dengan menguningnya daun, diikuti dengan kelayuan tanaman dan rebahnya tanaman. Secara umum gejala layu bakteri yang ditemui

klon-klon dengan periode inkubasi yang mendekati pembandingan tahan terhadap *R. Solanacearum*, yaitu Atnola 10, Atnola 3, dan Atnola 5, untuk ketahanan terhadap *E. carotovora pv. carotovora*, klon Atnola 5 memiliki periode inkubasi yang lebih lama dibandingkan pembandingan tahan dan kedua tetua. Atnola 3 memiliki periode inkubasi yang mendekati pembandingan tahan dan lebih lama dibandingkan dengan periode inkubasi kultivar Granola. Klon Atnola 26,

Atnola 9, Atnola 24, Atnola 22 dan Atnola 12 memiliki periode inkubasi *R. solanacearum* yang lebih cepat dibandingkan dengan pembanding rentan, sementara klon Atnola 26, Atnola 9, Atnola 1, Atnola 4, dan, Atnola 24 memiliki periode inkubasi *E. carotovora pv. carotovora* yang lebih cepat dibandingkan dengan pembanding rentan dan tetua.

Kejadian penyakit layu bakteri dan busuk lunak dari klon-klon hasil persilangan kultivar Atlantic dan Granola disampaikan pada Tabel 3. Kejadian penyakit layu bakteri pada klon-klon hasil persilangan berkisar antara 63,63% dan 100% dan kejadian penyakit busuk lunak berkisar antara 17,05% dan 100%. Pembanding rentan (BF15) memiliki tingkat kejadian penyakit sebesar 100% untuk penyakit layu bakteri dan busuk lunak, pembanding tahan (*S. stenonum*) memiliki kejadian penyakit sebesar 19,65% untuk layu bakteri, dan 23,00% untuk busuk lunak.

Tingkat ketahanan diperoleh dengan mengonversi besarnya angka kejadian penyakit ke dalam skala tingkat ketahanan yang tercantum pada Tabel 1. Dari 12 klon hasil silangan kultivar Atlantic dan Granola, 10 klon rentan terhadap layu bakteri dan 2 klon agak rentan terhadap layu bakteri yaitu Atnola 3 dan Atnola 10. Untuk tingkat ketahanan busuk lunak, 4 klon bersifat rentan, 4 klon agak rentan dan 4 klon agak tahan. 4 klon yang agak tahan tersebut adalah Atnola 5, Atnola 8, Atnola 10, dan Atnola 22. Klon-klon tersebut diharapkan dapat menjadi kandidat klon-klon dengan sifat ketahanan yang lebih baik atau sama dengan Granola. Menurut Samanhudi (2001) teknik pengujian ketahanan penyakit secara *in vitro* berkorelasi sangat nyata dengan pengujian di lapangan.

Korelasi Antarkarakter Klon-Klon Kentang Hasil Persilangan Berdasarkan Pengujian *in Vitro*

Analisis korelasi antara periode inkubasi, kejadian penyakit, dan ketahanan penyakit dengan karakter vigor dan pengumbian yang diamati dalam pengujian *in vitro* ini tidak berkorelasi nyata. Hasil ini mendukung hasil penelitian Lebecka dan Guzowska (2004) yang menyatakan korelasi antara ketahanan busuk lunak dan karakter agronomi (produksi, bobot umbi, kandungan gula, bentuk umbi, dan kedalaman mata) tidak signifikan. Berdasarkan hasil tersebut ada harapan untuk dapat merakit klon kentang tahan terhadap layu bakteri dan busuk lunak dengan kombinasi karakter unggul lain yaitu vigor, umur pendek, produksi tinggi, dan kandungan bahan kering yang tinggi. Dalam pengujian pada penelitian ini, belum didapatkan klon yang memiliki semua sifat yang diinginkan tersebut, namun terdapat beberapa klon yang memiliki sifat yang lebih baik dari Granola dan Atlantic. Klon Atnola 1, Atnola 12, Atnola 24, dan Atnola 26 memiliki vigor, pengumbian dan produksi yang baik namun tidak memiliki ketahanan yang baik dibandingkan Granola. Klon-klon tersebut akan sesuai jika dibudidayakan pada lingkungan tumbuh yang optimum, yaitu dicirikan dengan minimnya gangguan penyakit *R. Solanacearum* dan *E. carotova*. Klon Atnola 3 dan Atnola 8 memiliki vigor yang baik dan tingkat ketahanan terhadap penyakit bakteri yang lebih tinggi dibandingkan Granola tetapi memiliki tingkat produksi yang kurang baik. Klon Atnola 5 dan Atnola 10 memiliki vigor, pengumbian, produksi yang baik dan tingkat ketahanan penyakit yang baik dibandingkan Granola (Tabel 4). Klon-klon tersebut kemungkinan dapat diharapkan

Tabel 4 Matrik Karakter Klon-Klon Kentang Hasil Persilangan cv. Atlantic Dan cv. Granola Berdasarkan Pengujian *In Vitro*

Klon	Vigor	inisiasi umbi	keserempakan	jumlah umbi/tanaman	Bobot/umbi	Bobot kering (%)	Diameter	Bobot umbi/tanaman	perbandingan ketahanan	
									periode inkubasi	kejadian penyakit
									<i>R. solanacearum</i>	<i>E. carotovora pv. carotovora</i>
Atnola 1	*	*		*	*		*	*		
Atnola 2			*	*		*				
Atnola 3				*					*	*
Atnola 4	*						*	*		*
Atnola 5	*		*		*		*	*	*	*
Atnola 8	*								*	*
Atnola 9				*	*		*	*		
Atnola 10				*		*			*	*
Atnola 12		*		*	*	*	*	*		
Atnola 22		*		*						*
Atnola 24		*			*		*	*		
Atnola 26		*		*	*		*	*		

Keterangan: * = lebih baik atau tidak berbeda nyata dengan tetua yang memiliki sifat yang baik

menjadi klon-klon unggul kentang.

Uji ketahanan klon kentang hasil Silangan kultivar Atlantic dan Granola di rumah kaca

Uji ketahanan di rumah kaca dilakukan dengan menggunakan *polybag* dan ditumbuhkan di rumah kaca. Klon yang dipergunakan berjumlah 12 hasil dari seleksi yang dilakukan secara *in vitro*. Ke-12 klon tersebut diharapkan memiliki tingkat ketahanan yang lebih baik atau sama dengan tetuanya. Uji ketahanan yang dilakukan adalah terhadap layu bakteri dan busuk lunak.

A. Ketahanan terhadap layu bakteri

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa tetua Atlantic yang rentan dan Granola yang agak rentan terhadap layu bakteri menghasilkan klon-klon yang memiliki tingkat ketahanan yang bervariasi. Tidak ada satu pun klon yang tahan. Dari

B. Ketahanan terhadap busuk lunak

Seperti halnya sifat ketahanan terhadap busuk lunak yang dimiliki oleh tetuanya, yaitu Atlantic yang rentan dan Granola yang agak tahan, klon hasil silangan menunjukkan keragaman tingkat ketahanan. Dari 12 klon yang diuji, empat klon di antaranya memiliki tingkat ketahanan agak tahan, dua klon agak rentan dan 6 klon bersifat rentan (Tabel 6). Klon yang agak tahan adalah klon Atnola 5, Atnola 8, Atnola 10, dan Atnola 22. Klon yang agak rentan adalah klon Atnola 3 dan Atnola 12. Sementara itu sisanya, yaitu klon Atnola 1, Atnola 2, Atnola 3, Atnola 9, Atnola 24 dan Atnola 25 bersifat rentan terhadap penyakit busuk lunak. Diharapkan klon-klon yang memiliki sifat ketahanan agak tahan, yaitu sama dengan induknya Granola memiliki sifat-sifat agronomi yang diharapkan. Pada Gambar 7 dapat dilihat proses penelitian uji ketahanan di rumah kaca.

Tabel 5. Ketahanan Beberapa Klon Kentang Terhadap Layu Bakteri di Rumah Kaca

No.	Klon Hibrida Somatik	Rata-rata Periode Inkubasi (hsi)	Rata-rata Kejadian Penyakit (%)	Tingkat ketahanan
Kontrol Tetua Tahan:				
1.	Atlantic	8,33	87,50	Rentan
2.	Granola	10,67	50,60	Agak Rentan
Klon Hasil Silangan:				
3.	Atnola 1	8,60	79,33	Rentan
4.	Atnola 2	9,80	76,47	Rentan
5.	Atnola 3	11,67	53,63	Agak Rentan
6.	Atnola 4	9,07	88,20	Rentan
7.	Atnola 5	11,27	66,71	Agak Rentan
8.	Atnola 8	7,47	87,29	Rentan
9.	Atnola 9	7,40	85,77	Rentan
10.	Atnola 10	12,66	64,75	Agak Rentan
11.	Atnola 12	8,40	90,00	Rentan
12.	Atnola 22	10,77	74,33	Agak Rentan
13.	Atnola 24	8,40	89,33	Rentan
14.	Atnola 26	8,40	100,00	Rentan
15.	BF15	6,33	100,00	Rentan
16.	<i>S. Stenotomum</i>	16,50	24,33	Tahan

12 klon yang diuji, 4 klon di antaranya memiliki tingkat ketahanan agak rentan dan sisanya sebanyak 8 klon memiliki tingkat resistensi rentan. Kultivar Granola adalah kultivar yang sangat populer bagi petani di Indonesia yang hampir tidak tergantikan oleh kultivar lain, walaupun tingkat resistensi terhadap layu bakteri hanya agak rentan, karena tertutupi oleh produktivitas yang cukup tinggi, namun hanya dapat diperutukkan sebagai kentang sayuran. Hasil silangan antara Atlantic dan Granola diharapkan dapat menghasilkan klon-klon yang memiliki sifat gabungan yang menguntungkan petani, yaitu memiliki daya hasil yang tinggi dan sifat-sifat lain yang dimiliki kedua tetuanya.

Keragaan Klon Hasil Silangan Kultivar Atlantic dan Granola dalam Menghasilkan Umbi

Keragaan produksi yang sesungguhnya harus dilakukan di lapangan dengan menggunakan umbi bibit. Produksi umbi G0 artinya umbi yang diproduksi dengan menggunakan stek mini. Produksi umbi kentang dengan menggunakan stek mini masih akan menghasilkan umbi mini yang sering disebut umbi G0 atau umbi generasi bibit yang ke-0. Umumnya petani menggunakan umbi bibit pada generasi ke 2 atau lebih, dengan ukuran bibit sekitar 30g.

Sebagian besar klon terseleksi lebih baik dibandingkan kedua tetua. Hal ini sangat menggembirakan, karena diharapkan diperoleh lebih dari satu klon yang memiliki

potensi untuk dikembangkan. Misalnya, klon Atnola 5 menghasilkan bobot umbi per tanaman dan jumlah umbi per tanaman yang tertinggi dan lebih tinggi dari kedua tetuanya. Klon ini juga terbukti berpenampilan yang sama dalam uji secara *in vitro* maupun di rumah kaca. Selain klon Atnola 5, beberapa klon yang patut dipertimbangkan untuk terus diuji adalah klon Atnola 1, Atnola 10, Atnola 12,

Atnola 24, dan Atnola 26 (Tabel 7).

Pada uji produksi G1, klon-klon terseleksi dapat menghasilkan umbi dan bobot kering yang sebagian besar lebih baik dibandingkan dibandingkan tetuanya. Klon tersebut adalah klon Atnola 3, 5, 8, 10, 12, 24, dan Atnola 26. Selain bobot basah, dan jumlah umbi, hasil silangan tersebut sebagian besar juga dapat menghasilkan bobot

Tabel 6 Ketahanan Beberapa Klon Kentang Terhadap Bakteri Busuk Lunak di Rumah Kaca

No.	Klon Hibrida Somatik	Rata-rata Periode Inkubasi (hsi)	Rata-rata Kejadian Penyakit (%)	Tingkat ketahanan
Kontrol Tetua Tahan dan Kultivar Komersial:				
1.	Atlantic	7,47	100,00	Rentan
2.	Granola	11,27	60,67	Agak Tahan
Klon Hasil Silangan:				
3	Atnola 1	7,50	78,33	Rentan
4.	Atnola 2	8,80	78,89	Rentan
5.	Atnola 3	8,67	76,50	Rentan
6.	Atnola 4	11,07	60,53	Agak Rentan
7.	Atnola 5	13,77	47,65	Agak Tahan
8.	Atnola 8	12,55	49,33	Agak Tahan
9.	Atnola 9	6,40	100,00	Rentan
10	Atnola 10	12,06	7,66	Agak Tahan
11.	Atnola 12	8,33	74,67	Agak Rentan
12.	Atnola 22	10,77	48,28	Agak Tahan
13.	Atnola 24	7,47	100,00	Rentan
14.	Atnola 26	6,50	86,00	Rentan
15.	BF15	4,77	100,00	Rentan
16.	S. stenotomum	16,50	23,00	Tahan

Keterangan: hsi= hari setelah infeksi

Tabel 7 Karakteristik Tanaman dan Umbi Mini g0 dari Klon-Klon Hasil Silangan Antara Atlantic dan Granola yang Ditanam di Bak Tanam

No	Klon	Pertumbuhan dan Produksi Umbi asal stek mini di polibag			
		Tinggi (cm)	Jumlah Cabang	Berat Umbi /tanaman (g)	Jumlah umbi/ Tanaman
1.	Atnola 1	46,60	4,2	131,7	6,4
2.	Atnola 2	57,40	6,2	129,1	4,8
3.	Atnola 3	52,65	5,4	112,1	5,7
4.	Atnola 4	67,85	4,1	9,3	3,8
5.	Atnola 5	44,65	5,2	146,4	7,2
6.	Atnola 8	49,80	4,6	90,5	4,3
7.	Atnola 9	56,10	4,0	121,1	5,5
8.	Atnola 10	54,95	4,2	137,1	6,7
9.	Atnola 12	46,65	4,6	99,3	5,1
10.	Atnola 22	48,60	6,2	141,5	7,1
11.	Atnola 24	47,70	3,8	128,1	6,5
12.	Atnola 26	54,85	3,7	130,1	4,2
22.	Atlantic	56,95	4,1	110,3	3,9
23	Granola	41,25	3,7	95,4	5,4

Tabel 8 Rata-rata Berat Umbi dan Jumlah Umbi G1 Klon-klon Terseleksi dari Hasil Silangan antara Atlantic dan Granola yang Ditanam di Lapangan

No	Klon	Produksi umbi G1		
		Berat umbi/tanaman (g)	Jumlah umbi/Tanaman	Bobot kering (%)
1.	Atnola 3	378,7	12,2	17,2
2.	Atnola 5	686,1	14,3	21,2
3.	Atnola 8	437,5	12,7	13,4
4.	Atnola 10	440,3	16,8	20,2
5.	Atnola 12	668,3	16,2	18,7
6.	Atnola 24	725,4	13,6	19,5
7.	Atnola 26	526,5	17,2	15,1
8.	Atlantic	478,5	15,4	19,7
9.	Granola	223,7	11,9	12,3

kering yang lebih baik dibandingkan tetuanya (Tabel 8).

KESIMPULAN

Klon-klon hasil persilangan antara cv. Atlantic dan cv. Granola dapat menghasilkan klon yang memiliki vigor yang baik dibandingkan tetua. Enam klon dari 12 klon yang diuji memiliki sifat-sifat pengumbian dan produksi lebih baik dibandingkan tetua. Klon-klon tersebut adalah Atnola 1, Atnola 5, Atnola 10, Atnola 12, Atnola 24, dan Atnola 26. Penelitian ketahanan terhadap penyakit menunjukkan bahwa terdapat 4 klon yang memiliki tingkat ketahanan terhadap penyakit layu bakteri dan busuk lunak yang lebih baik dibandingkan tetua, yaitu Atnola 3, Atnola 5, Atnola 8, dan Atnola 10.

Hasil-hasil yang diperoleh pada pengujian di laboratorium telah terkonfirmasi pada uji produksi umbi dan percobaan ketahanan penyakit di rumah kaca dan di lapangan. Hasil uji produksi di lapangan menunjukkan bahwa ke 7 klon tersebut menghasilkan produksi umbi dan bobot kering yang lebih baik dari tetuanya, yaitu Atlantic dan Granola. Klon Atnola 5 dan 10 memiliki vigor, pengumbian, produksi, dan tingkat ketahanan yang lebih baik yang akan menjadi calon kultivar kentang unggul.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang membiayai penelitian ini melalui Program Penelitian Hibah Bersaing. Penghargaan yang tinggi disampaikan kepada para mahasiswa S1 dan S2 yang turut serta dalam penelitian ini yaitu Awang Maharijaya, Ika Sri Kusumaningrum, dan Mucklisah. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada M. Machmud dari Balitbiogen yang telah turut serta membimbing mahasiswa dan memberikan isolat *R. Solanacearum* dan *Erwinia coratovora*. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ir. Asih Kartasih dari Balitsa Lembang yang telah membantu dan menyediakan fasilitas penelitian rumah kaca dan lapangan percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsadon AA, Knutson KW, Wilkinson JC. 1988. *Relation-Ship Between Microtuber and Minituber Production and Yield Characteristics of Six Potato Cultivars*. Am Potato J 65: 468.
- CIP, Balitsa. 1999. Penyakit, Hama dan Nematoda Utama Tanaman Kentang. International Potato Center dan Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. 124 p.
- Fock I. et al. 2000. *Resistance to Bacterial Wilt In Somatic Hybrids Between Solanum Tuberosum and Solanum Phureja*. Plant Sci. 160: 165-176.
- French ER, Anguiz R, Aley P. 1998. *The Usefulness of Potato Resistance To Ralstonia Solanacearum, For Integrated Control of Bacterial Wilt*, In: Prior Ph., Allen C., Elphinstone J. (Eds.), *Bacterial Wilt Disease, Molecular and Ecological Aspects*, Springer-Verlag, Berlin. p. 381-385.
- Gopal J, Minocha JL. 1997. *Effectiveness of Selection At Microtuber Crop Level In Potato*. Plant Breed 116:293-295
- Gopal J, Minocha JL, Sidhu JS. 1997. *Comparative Performance of Potato Crops Raised From Microtubers Induced In The Dark Versus Microtubers Induced In Light*. Potato Res 40:407-412.
- Gopal J, Minocha JL. 1998. *Effectiveness of In Vitro Selection For Agronomic Characters In Potato*. Euphytica 103: 67-74.
- Hayward AC. et al. 1998. *Round Table On Bacterial Wilt (Brown Rot) of Potato*, in: Prior Ph., Allen C., Elphinstone J. (Eds.), *Bacterial Wilt Disease, Molecular and Ecological Aspects*, Springer-Verlag, Berlin. p. 420-430.

- Jossten A. 1991. *Genteurs Lyst Voor Aaudapped Vagger*. CPRO-DLO. Wageningen, Netherland.
- Kawakami J. et al. 2003. *Land Yield of Potato Plant Grown From Microtubers In Field*. Amer J of Potato Res. 80:371-378.
- Kelman A. 1953. *The Bacterial Wilt Caused by P. Solanacearum. A Literature Review and Bibliography*. North Carolina Agric. Expt. Sta. Tech. Bull. 99: 194
- Lentini Z. 1988. *In Vitro Screening for Early Tuberization of Potatoes*. Agricell Rep 11:11.
- Martin C, French ER. 1996, *Bacterial Wilt of Potato*. Bacterial Wilt. A Training Manual. International Potato Center (CIP). Lima. Peru.
- Naik PS, Sarkar D, Gaur PC. 1998. *Yield components of potato microtubers: in vitro production and field performance*. Ann Appl Biol 113: 91-99.
- Niks RE, Lindhout WH. 2006. *Breeding for Resistance Against Disease and Pests*. Laboratorium of Plant Breeding. Wageningen University. Wageningen.
- Rubatzky V, Yamaguchi M. 1998. *Sayuran Dunia: Prinsip, Produksi dan Gizi*. Penerbit ITB. Bandung. 135 hal.
- Samanhudi. 2001. *Identifikasi Ketahanan Klon Kentang Hasil Fusi Protoplas BF15 dengan Solanum stemonum terhadap Penyakit Layu Bakteri (Ralstonia solanacearum)*. Tesis Magister Program Pascasarjana IPB.
- Thaveechai N, Hartman GL, Kositratana W. 1989. *Bacterial Wilt Resistance Screening*. Laboratory Course on Bacterial Wilt of Tomato. Kasetsart University, Thailand.