

# STRATEGI PEMBENTUKAN VARIETAS UNGGUL KEDELAI ADAPTIF LAHAN PASANG SURUT

Heru Kuswantoro<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Ekstensifikasi ke luar pulau Jawa merupakan salah satu cara dalam usaha peningkatan produksi kedelai di Indonesia, karena masih terdapat banyak lahan yang belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu lahan tersebut adalah lahan pasang surut yang mencapai 20,192 juta hektar. Dalam pengembangan kedelai di wilayah ini, diperlukan suatu varietas adaptif lahan pasang surut karena habitat kedelai sebenarnya adalah di lahan yang bebas dari genangan air. Strategi pembentukan kedelai adaptif lahan pasang surut mengacu pada pemecahan masalah utama, yaitu genangan diikuti dengan pemecahan masalah lainnya seperti kemasaman tanah serta defisiensi unsur hara makro dan toksisitas unsur hara mikro. Oleh karena itu lingkungan seleksi memegang peranan utama dalam pembentukan varietas adaptif ini. Selain itu, kriteria seleksi juga sangat penting karena menentukan pemilihan galur-galur adaptif. Metode identifikasi juga penting karena menentukan mekanisme ketahanan yang dimiliki oleh genotipe terpilih, dan dapat dilakukan berdasarkan pada karakter fisiologis, morfologis, dan agronomis. Pada dasarnya arah pengembangan merupakan faktor utama strategi pembentukan varietas adaptif ditetapkan.

Kata kunci: strategi pembentukan, kedelai, pasang surut

## ABSTRACT

Extensification to out of Java island is the one way in attempt of increasing soybean production in Indonesia, because there are large areas have not been used optimally yet. One of the areas is tidal land with 20.192 million hectares of width. For developing soybean in this area, it is needed an adaptive variety to tidal because soybean habitat normally is in the free waterlogging area. Development strategy of adaptive tidal soybean refers to main problem solving, i.e. waterlogging followed by others problem solving as soil acidity, micro nutrient toxicity and macro nutrient deficiency. Hence, environment selection has important

role in development of adaptive tidal soybean variety. Beside, selection criteria are also very important because they determine the adaptive lines. Identification methods also has important role, because they determine mechanisms of the selected genotypes, and the selection can be conducted based on physiological, morphological, and agronomical characters. Principally, the developing direction is the main factor of determined development strategy of adaptive tidal soybean.

Keywords: construction strategy, soybean, tidal soil

## PENDAHULUAN

### Areal Sasaran Pengembangan

Permasalahan lahan pasang surut yang begitu kompleks tidak dapat dipecahkan dengan hanya berdasarkan satu faktor saja, tetapi harus melibatkan semua faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pada lahan pasang surut kecuali fluktuasi air yang tinggi, berbagai masalah keracunan dan defisiensi unsur hara juga terjadi. Dengan demikian tidak semua faktor yang berpengaruh dapat diselesaikan sekaligus. Hal ini karena gen-gen pengendali toleransi terhadap cekaman abiotik seperti kemasaman tanah bersifat poligenik (Kuswantoro, 2004). Sehingga perakitan varietas kedelai adaptif lahan pasang surut harus dilakukan secara bertahap. Oleh karena itu perlu ditetapkan terlebih dahulu areal pengembangan kedelai di lahan pasang surut sebelum dilakukan perakitan varietas kedelai adaptif lahan pasang surut.

Areal sasaran pengembangan lahan pasang surut sebaiknya ditentukan berdasarkan pada (1) luas areal dengan tipologi spesifik terluas daerah pasang surut, sehingga perakitan kedelai toleran lebih efisien; (2) lahan dengan kompleksitas masalah keracunan yang paling rendah, sehingga introgressi gen-gen pengendali toleransi lebih mudah; (3) konsentrasi keracunan yg masih memungkinkan kedelai untuk tumbuh tanpa kehilangan hasil yang drastis, sehingga pengembangan areal masih menguntungkan bagi petani dan (4) kemudahan pengelolaan lahan, karena

<sup>1</sup> Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Jl. Raya Kendalpayak km 8, PO Box 66, Malang 65101 email: heru@litbang.deptan.go.id

lahan yang sulit dikelola akan mengurangi minat petani melakukan budidaya di areal tersebut dan akan menurunkan pendapatan petani.

Berdasarkan kriteria tersebut di atas, maka lahan gambut merupakan lahan yang mendapat prioritas utama untuk pengembangan kedelai toleran pasang surut karena memiliki areal terluas yaitu 10,89 juta ha. Pada lahan ini faktor-faktor yang mengakibatkan keracunan tanaman sangat rendah sehingga dapat diabaikan. Faktor utama pada tipologi lahan ini adalah ketersediaan air yang selalu berubah-ubah, di mana terdapat empat tipe lahan seperti telah dikemukakan sebelumnya. Adapun tipe lahan yang masih sesuai untuk penanaman kedelai adalah lahan tipe B, C, dan D; karena lahan-lahan ini tidak selalu terluapi air sehingga lebih mendekati habitat asli kedelai.

### Lingkungan Seleksi

Pada dasarnya penentuan lingkungan seleksi untuk cekaman abiotik tertentu memiliki kesamaan dengan cekaman abiotik lainnya, di mana perbedaan terutama tergantung pada komponen cekamannya. Beberapa metode penentuan lingkungan seleksi yang selama ini digunakan oleh para peneliti pada cekaman lahan pasang surut dan tanah masam juga dapat dimodifikasi untuk identifikasi sumber gen toleran terhadap lahan pasang surut. Di antaranya adalah (i) lingkungan seleksi dengan dua regime air atau tingkat kemasaman berbeda (Villagarcia *et al.* 2001), (ii) lingkungan seleksi dengan memperhatikan recovery tanaman setelah periode cekaman (Howeler 1991), dan (iii) lingkungan seleksi pada saat tahap perkembangan tanaman paling kritis.

Lingkungan seleksi dengan dua regime air yang berbeda (optimal dan suboptimal) akan dapat menggambarkan potensi hasil kedelai pada lingkungan normal dan lingkungan cekaman. Pemberian dua regime air yang berbeda ini bisa berdasarkan kapasitas air tersedia dan kelebihan air (flooding). Dengan kata lain genotipe yang diuji ditanam di lahan pasang surut bertipe luapan D untuk memenuhi kondisi kapasitas air tersedia, dan di lahan bertipe luapan B atau C untuk memenuhi kondisi kelebihan air. Genotipe hasil seleksi dari lingkungan seleksi ini, diharapkan hanya mengalami sedikit penurunan hasil apabila ditanam di lahan yang mengalami pasang surut. Sehingga diharapkan memiliki

stabilitas hasil yang baik.

Lingkungan seleksi dengan mempertimbangkan *recovery* kedelai setelah periode pasang dapat dilakukan dengan cara memberikan cekaman genangan pada kedelai dengan periode waktu tertentu, kemudian kondisi air dikembalikan pada kondisi normal. Pada metode skrining ini, pengaturan air dilakukan dengan memperhitungkan waktu tanam dan waktu terjadinya air pasang dan surut. Dengan perlakuan semacam ini diharapkan genotipe yang terpilih merupakan genotipe yang mampu memanfaatkan air pada saat lingkungan tumbuhnya berada pada kondisi optimum.

Fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat menentukan bagi tanaman untuk bertahan pada kondisi yang tidak optimal. Apabila fase pertumbuhan tanaman dalam kondisi lemah dihadapkan pada cekaman lingkungan, maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan sangat terganggu. Dua varietas kedelai Wilis dan Galunggung yang ditanam pada musim yang berbeda di lahan sulfat masam menunjukkan bahwa Wilis dan Galunggung secara berturut-turut memberikan hasil tertinggi pada waktu tanam pertengahan bulan Maret dan April (Supriyo 1990). Curah hujan mempengaruhi ketersediaan air dalam tanah. Pada pertengahan bulan Februari curah hujan masih tinggi sehingga meningkatkan permukaan air tanah dan mengakibatkan proses respirasi akar dan penyerapan nutrisi terganggu. Dari hasil penelitian tersebut nampaknya fase vegetatif lebih berperan dalam toleransi kedelai terhadap lahan pasang surut.

### METODE IDENTIFIKASI SUMBER GEN KEDELAI ADAPTIF LAHAN PASANG SURUT

#### Metode identifikasi sumber gen kedelai toleran lahan pasang surut berdasarkan karakter fisiologis dan morfologis

Morfologi dan struktur ultra tanaman dapat berubah dengan adanya genangan (Levitt 1980). Perubahan ini merupakan usaha tanaman untuk beradaptasi pada lingkungan yang kurang sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Beberapa tanaman menjadi berdaun lebih lebar dan pertumbuhan apikal terhambat. Karakter morfologis yang sering digunakan sebagai penciri

toleransi kedelai terhadap kelebihan air adalah warna daun, tinggi tanaman, serta berat kering akar dan pucuk (Daugherty dan Musgrave 1994).

Karakter fisiologis yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi di antaranya adalah klorosis, nekrosis, defoliiasi daun, berkurangnya fixasi nitrogen, berhentinya pertumbuhan, defisiensi oksigen dan akumulasi CO<sub>2</sub> daerah perakaran (Daugherty and Musgrave 1994; Linkemer *et al.* 1998; VanToai *et al.* 1994; Bacanamwo and Purcell 1999; Boru *et al.* 2003). Dari beberapa kriteria seleksi di atas dapat dipilih tiga kriteria seleksi yang dapat digunakan secara praktis di lapang yaitu klorosis, nekrosis, dan defoliiasi daun, karena ketiga kriteria seleksi ini dapat diamati secara langsung. Karakter fisiologis semacam ini sangat baik untuk mempelajari mekanisme tanaman toleran lahan pasang surut.

Pada lahan pasang surut dengan kemasaman rendah akan berdampak pada terjadinya keracunan tanaman oleh ion H<sup>+</sup>. Keracunan ion H<sup>+</sup> mempunyai pengaruh nyata pada membran sel (Ermolayev 2001). Ion ini akan berkompetisi dengan kation lainnya untuk tempat-tempat absorpsi, mengganggu transport ion, dan menyebabkan bocornya membran akar. Akar dapat kehilangan kation yang telah diabsorpsi sebelumnya seperti substansi organik, dan perlakuan pH rendah yang lebih lama dapat mengurangi kapasitas absorpsi nutrisi berikutnya (Foy 1984). Karena pengaruhnya pada pengambilan nutrisi dan retensi oleh akar tanaman, ion H<sup>+</sup> yang berlebihan dapat meningkatkan kebutuhan tanaman akan Ca, Mg, dan nutrisi lain, pada media pertumbuhan (Lund 1970; Islam *et al.* 1980). Oleh karena itu karakter membran akar dan fisiologis lain yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi. Namun demikian penggunaan karakter fisiologis semacam ini tidak praktis, karena membutuhkan peralatan yang canggih, biaya yang mahal, dan waktu yang lama.

#### **Metode Identifikasi Sumber Gen Kedelai Toleran Lahan Pasang Surut Berdasarkan Karakter Agronomis**

Identifikasi kedelai adaptif lahan pasang surut dapat dilakukan dengan evaluasi hasil biji di lahan pasang surut secara langsung, karena pada dasarnya yang diharapkan dari pembentukan varietas unggul adalah hasil bijinya. Kriteria evaluasi yang dapat digunakan dalam penilaian

toleransi lahan pasang surut ini dapat dilakukan berdasarkan evaluasi toleransi seperti pada cekaman lingkungan yang lain, yaitu (1) indeks adaptasi (Howeler 1991), (2) indeks toleransi cekaman (Fernandez 1993), (3) indeks toleransi dengan hasil tertinggi pada kondisi cekaman, atau (4) sebaran indeks toleransi dan daya hasil.

Indeks adaptasi (IA) yang disarankan Howeler (1991) dapat digunakan untuk memilih genotipe yang toleran dan berdaya hasil tinggi pada lingkungan cekaman dan lingkungan optimal. Adapun indeks adaptasi ini pada dasarnya mirip dengan indeks toleransi cekaman (ITC) yang disarankan Fernandez (1993), dengan perbedaan pada pembagiannya. Di mana pada indeks adaptasi pembagiannya menyertakan rata-rata hasil pada kondisi cekaman dan kondisi potensial, sedangkan pada indeks toleransi cekaman hanya menyertakan rata-rata hasil pada kondisi optimal. Indeks toleransi berdasarkan hasil tertinggi pada kondisi cekaman (ITct), juga merupakan indeks yang dihitung dengan pembakuan berdasarkan hasil tertinggi yang dapat dicapai oleh salah satu genotipe. Sedangkan indeks toleransi tidak menyertakan pembakuan nilai, sehingga nilai yang diperoleh merupakan hasil pengukuran berdasarkan kemampuan tanaman tersebut untuk mempertahankan hasilnya. Dengan kata lain penggunaan indeks ini tidak mempertimbangkan kemampuan genotipe lain yang diuji bersamaan dengan genotipe tersebut.

Contoh penggunaan keempat indeks toleransi dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel tersebut ITC, IA, dan ITct, memberikan hasil genotipe terpilih yang sama, yaitu Kerinci, Merbabu, Petek, dan Tampomas. Peringkat yang dihasilkan oleh ITC dan IA adalah sama, yaitu berturut-turut Petek, Kerinci, Merbabu, dan Tampomas. Sedangkan ITct meskipun memberikan empat genotipe terpilih yang sama, namun peringkatnya berbeda dengan kedua indeks toleransi yang lain. Lebih lanjut, hasil pada kondisi cekaman empat genotipe terpilih lebih tinggi daripada genotipe yang lain. Demikian pula hasil pada kondisi optimal keempat genotipe ini lebih tinggi daripada genotipe lain selain Tampomas yang masih lebih rendah daripada Sindoro, Kipas Putih, dan Lompobatang. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga indeks toleransi ini dapat digunakan untuk memilih genotipe toleran pasang surut dan berdaya hasil tinggi pada kondisi optimal.

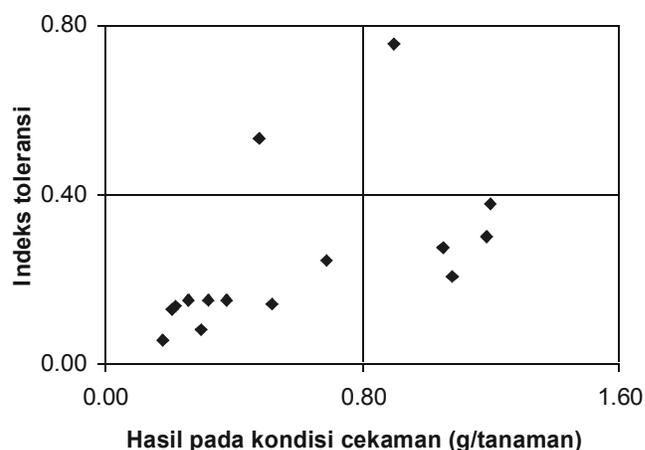
**Tabel 1. Penilaian toleransi beberapa varietas kedelai dengan beberapa metode**

| Varietas    | Hasil (g/tanaman) |      |        | PH (%) | IT <sub>tet</sub> | ITC  | IA   | IT <sub>tet</sub> |
|-------------|-------------------|------|--------|--------|-------------------|------|------|-------------------|
|             | L1                | L2   | Rerata |        |                   |      |      |                   |
| Kerinci     | 1,19              | 3,98 | 2,58   | 70,23  | 0,30              | 0,62 | 2,86 | 0,99              |
| Sindoro     | 0,30              | 3,75 | 2,02   | 91,99  | 0,08              | 0,15 | 0,68 | 0,25              |
| Kipas Putih | 0,52              | 3,69 | 2,10   | 86,02  | 0,14              | 0,25 | 1,15 | 0,43              |
| Muria       | 0,69              | 2,81 | 1,75   | 75,40  | 0,25              | 0,25 | 1,17 | 0,58              |
| Merbabu     | 1,05              | 3,84 | 2,44   | 72,62  | 0,27              | 0,53 | 2,44 | 0,88              |
| Petek       | 1,08              | 5,22 | 3,15   | 79,39  | 0,21              | 0,73 | 3,40 | 0,90              |
| Tidar       | 0,38              | 2,53 | 1,46   | 84,98  | 0,15              | 0,13 | 0,58 | 0,32              |
| Lompobatang | 0,18              | 3,32 | 1,75   | 94,57  | 0,05              | 0,08 | 0,36 | 0,15              |
| Tampomas    | 1,20              | 3,17 | 2,19   | 62,15  | 0,38              | 0,50 | 2,31 | 1,00              |
| Pangrango   | 0,26              | 1,74 | 1,00   | 85,30  | 0,15              | 0,06 | 0,27 | 0,21              |
| Slamet      | 0,90              | 1,19 | 1,04   | 24,79  | 0,75              | 0,14 | 0,65 | 0,75              |
| Dieng       | 0,32              | 2,10 | 1,21   | 84,76  | 0,15              | 0,09 | 0,41 | 0,27              |
| Krakatau    | 0,22              | 1,61 | 0,92   | 86,34  | 0,14              | 0,05 | 0,21 | 0,18              |
| Jayawijaya  | 0,21              | 1,65 | 0,93   | 87,27  | 0,13              | 0,05 | 0,21 | 0,18              |
| Wilis       | 0,48              | 0,90 | 0,69   | 46,67  | 0,53              | 0,06 | 0,26 | 0,40              |
| Rerata      | 0,60              | 2,76 | 1,68   | 75,50  | 0,25              | 0,24 | 1,13 | 0,50              |

L1 = tanpa kapur; L2 = diberi kapur 2 t/ha; PH = penurunan hasil (Sabran *et al.* 1997) dalam Koesrini *et al.* (1998); data diolah kembali).

Tiga genotipe terpilih berdasarkan Indeks toleransi (IT) adalah Tampomas, Slamet, dan Wilis. Indeks ini karena merupakan nilai relatif (tanpa pembakuan), maka nilai yang diperoleh sejalan dengan penurunan hasil (PH) yang juga merupakan nilai relatif. Penggunaan kedua nilai relatif ini tidak dapat digunakan untuk memilih genotipe dengan daya hasil tinggi pada kondisi cekaman maupun optimal. Sebagai contoh, varietas Slamet dengan IT paling tinggi (0,75) dan penurunan hasil paling rendah (24,79%), hanya memiliki potensi hasil 0,90 g/tanaman pada kondisi cekaman, di mana masih lebih rendah daripada Petek dengan IT 0,21 dan penurunan hasil 79,39%. Begitu pula pada kondisi optimal varietas Slamet hanya memberikan hasil 1,19 g/tanaman, di mana jauh lebih rendah daripada Petek yang dapat memberikan hasil 5,22 g/tanaman. Hal yang paling berisiko dalam penggunaan indeks ini adalah apabila hasil pada kondisi cekaman dan optimal bernilai sama dan paling rendah daripada semua genotipe yang diuji, karena akan memberikan nilai IT paling tinggi (IT=1). Dengan demikian penggunaan IT akan menjadi bias apabila dibandingkan dengan nilai yang lain.

Kriteria seleksi ke-empat dapat dilihat pada Gambar 1. yang menunjukkan sebaran IT dan daya hasil pada kondisi pasang surut, di mana sebaran ini dibagi menjadi empat kuadran. Pada kuadran I terdapat genotipe-genotipe yang memiliki toleransi yang baik terhadap pasang surut, namun daya hasilnya rendah. Pada kuadran II merupakan wilayah di mana genotipe-genotipe memiliki toleransi yang baik dan daya



**Gambar 1. Sebaran indeks toleransi dan daya hasil pada kondisi pasang surut untuk pemilihan tetua.**

hasilnya juga baik. Kuadran III ditempati oleh genotipe-genotipe yang peka dengan daya hasil rendah, sedangkan genotipe peka dengan daya hasil tinggi menempati kuadran IV. Dengan sebaran ini, maka genotipe yang terpilih adalah genotipe yang berada pada kuadran II. Apabila garis horizontal yang membagi kuadran diambil dengan  $IT = 0,4$  dan garis vertikal yang membagi kuadran adalah daya hasil  $0,8$  t/ha pada kondisi pasang surut, maka genotipe yang terpilih adalah genotipe 1 dan 2. Namun demikian genotipe 3 juga dapat dipilih walaupun indeks toleransinya sedikit lebih rendah daripada  $0,4$ ; karena genotipe ini memiliki hasil yang paling tinggi dibanding dengan genotipe-genotipe lain pada kondisi pasang surut. Genotipe yang terpilih ini pada dasarnya akan tumbuh dengan baik pada daerah pasang surut dengan penurunan hasil yang relatif lebih rendah. Dengan demikian penggunaan diagram tebar ini dapat menghilangkan kelemahan dari penggunaan  $IT$  tanpa pembakuan, karena nilainya dibakukan berdasarkan potensi hasil pada kondisi cekaman.

#### **Metode Identifikasi Sumber Gen Kedelai Toleran Lahan Pasang Surut Berdasarkan Marka Molekuler**

Penggunaan marka molekuler pada seleksi tanaman sudah dilakukan oleh beberapa peneliti (Widodo 2003). Penggunaan marka ini sangat menguntungkan karena sumber gen ketahanan yang disisipkan, baik secara konvensional maupun dengan metode bioteknologi dapat dipastikan keberadaannya. Sebagai alat bantu dalam seleksi tanaman, keuntungan dari penggunaan marka molekuler adalah (1) dapat digunakan untuk menyeleksi pada tahap awal pertumbuhan tanaman untuk sifat yang diekspresikan pada fase pertumbuhan lanjut, (2) dapat digunakan untuk menyeleksi sifat-sifat yang sulit, mahal dan menyita waktu untuk diamati secara fenotipik, (3) dapat membedakan homozigot dari heterozigot untuk banyak lokus dalam satu generasi tanpa perlu uji progeny, dan (4) dapat digunakan untuk menyeleksi beberapa sifat secara bersamaan (Yunus, 2004). Pada metode konvensional masih memiliki keterbatasan informasi pada (1) jumlah faktor genetik (lokus) yang mengatur ekspresi suatu karakter, (2) lokasi kromosom suatu lokus, (3) ukuran relatif kontribusi individu lokus terhadap ekspresi suatu karakter, (4) interaksi

epistasis di antara faktor-faktor genetik, dan (5) keragaman ekspresi dari individual faktor pada lingkungan berbeda (Bernardo 2002).

Pada tanaman terdapat dua tipe marka molekuler yang sudah dikenal secara umum, yaitu marka protein (isoenzim/isozim) dan marka DNA. Perkembangan marka DNA saat ini sangat pesat dimana sudah dikembangkan berbagai metode marka DNA. Salah satu marka DNA yang banyak dikembangkan untuk toleransi tanaman terhadap kelebihan air adalah RAPD dan SSR. VanToai *et al.* (1993) melaporkan bahwa dari 100 primer oligonucleotida yang diskriminasi, 62 primer menghasilkan 141 pita polimorfik. Oleh karena itu teknik ini sangat efisien untuk mengidentifikasi marker toleran kelebihan air pada kedelai. Pada tanaman padi Xu dan Mackill (1996) mengidentifikasi marka RAPD yang dapat menghitung sampai 50% dari keragaman toleransi terhadap kelebihan air. Berdasarkan marka SSR, VanToai (2001) melaporkan bahwa Sat\_064 berasosiasi spesifik terhadap toleransi kelebihan air dan tidak berasosiasi dengan kemasakan, tinggi tanaman dan hasil biji pada kondisi normal, sehingga penggunaan marka ini dapat dilakukan secara independen dari faktor lain yang bersifat negatif.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Cornelious *et al.* (2005), dengan menggunakan 912 marka SSR untuk memilih kandidat daerah pada peta pautan, diperoleh 17 dan 15 marka SSR yang berasosiasi dengan toleransi terhadap genangan pada dua populasi berbeda (A5403 x Archer, dan P9641 x Archer). Berdasarkan analisis marka tunggal teridentifikasi lima marka terdapat pada kedua populasi tersebut, yaitu Satt599, Satt160, Satt269, Satt252, dan Satt485. Sedangkan berdasarkan pemetaan interval komposit, lokus sifat kuantitatif diidentifikasi terletak dekat marka Satt385 pada populasi A5403 x Archer dan Satt269 pada populasi P9641 x Archer. Di samping itu, beberapa dari marka ini juga berasosiasi dengan ketahanan terhadap *Phytophthora sojae*, sehingga penggunaan marka SSR akan lebih efisien dalam introgresi gen toleran genangan dan penyakit sekaligus.

#### **SUMBER GEN KEDELAI ADAPTIF LAHAN PASANG SURUT**

Balitkabi memiliki lebih dari 1000 genotipe plasma nutfah kedelai sehingga ketersediaan

sumber gen untuk pembentukan varietas unggul kedelai adaptif lahan pasang surut berpeluang besar diperoleh dari koleksi plasma nutfah ini. Secara khusus, koleksi plasma nutfah Balitkabi belum pernah dievaluasi untuk adaptasinya terhadap lahan pasang surut. Namun demikian beberapa penelitian yang berhubungan dengan kelebihan air sudah pernah dilakukan, seperti evaluasi plasma nutfah kedelai untuk toleransi terhadap genangan air. Dari 216 genotipe kedelai yang diuji toleransinya terhadap genangan air, terdapat 27 genotipe dinilai memiliki toleransi sedang dan empat genotipe dinilai toleran, yaitu MLGG 0042, MLGG 0067, MLGG 0071, MLGG 0145 (Balittan 1990).

Beberapa varietas kedelai yang bukan dirakit untuk lahan pasang surut dilaporkan adaptif terhadap pasang surut yaitu Wilis, Lokon, Orba, Leuser, Bromo, NS dan Argomulyo (Ananto *et al* 2000), sehingga dapat digunakan sebagai sumber gen. Dari beberapa varietas tersebut, varietas Leuser dapat mencapai hasil 2,02 t/ha pada tipologi SMP-2. Hasil ini mendekati potensi hasil maksimum varietas Leuser 2,43 t/ha (Suhartina 2005). Dengan demikian varietas Leuser sangat berpotensi sebagai sumber gen adaptif lahan pasang surut. Begitu pula dengan varietas Lokon dengan hasil rata-rata pada kondisi tanah optimal mencapai 1,1 t/ha (Suhartina 2005), di lahan pasang surut bahkan dapat mencapai 1,27 t/ha (Ananto *et al.* 2000); sehingga varietas Lokon juga berpotensi sebagai sumber gen adaptif lahan masam dengan umur genjah. Beberapa varietas kedelai lain yang juga tidak dirakit untuk daya adaptasi terhadap lahan pasang surut tetapi memiliki daya adaptasi sedang dengan daya hasil 1,5–2,4 t/ha adalah Rinjani, Dempo, Galunggung, Merbabu, Petek, Kerinci, Tampomas, Tanggamus, dan Slamet (Alihamsyah *et al.* 2003).

Berdasarkan penurunan hasilnya Koesrini *et al.* (1998) melaporkan bahwa varietas Slamet, Wilis, dan Tampomas merupakan varietas yang memiliki toleransi pada lahan pasang surut bergambut dengan penurunan hasil berturut-turut 24,75, 48,8, dan 55,80%. Sedangkan Saleh *et al.* (2002) melaporkan bahwa genotipe MSC 9243-D-3, MSC 9112-D-4 dan MSC 9128-D-3 memiliki perbedaan rata-rata hasil dengan produktivitas lingkungan berturut-turut 20,91, 12,68 dan 7,98%. Penurunan hasil yang paling rendah pada

varietas Slamet disebabkan oleh karena varietas ini memiliki gen-gen pengendali toleransi terhadap kemasaman, di mana pada lahan pasang surut bergambut kemasaman pada percobaan tersebut mencapai pH 4,34. Namun demikian penilaian toleransi sebaiknya juga disertai dengan penilaian potensi hasil pada kondisi cekaman dan optimal seperti telah disebutkan pada sub-bab identifikasi toleransi kedelai pada lahan pasang surut.

Di lahan pasang surut sulfat masam, William dan Koesrini (1992) melaporkan bahwa genotipe 1343/2335-II-2 yang ditanam di dua lokasi (Belawang dan Tarantang) memberikan hasil tertinggi 1,79 t/ha. Galur ini juga memiliki umur yang tergolong genjah, sehingga penggunaannya sebagai sumber gen di lahan pasang surut sangat baik. Hal ini karena dengan umur yang relatif genjah pola tanam dapat diatur untuk menghindari terjadinya luapan air pada lahan bertipe B.

Penelitian di luar negeri yang dilakukan oleh Shanon *et al.* (2005) diperoleh genotipe PI 408105A toleran kelebihan air, dimana hanya terjadi pengurangan hasil 8%. Genotipe ini berpotensi sebagai sumber gen untuk lahan pasang surut bertipe A, sehingga lahan yang selama ini belum dibudidayakan kedelai dengan intensif dapat dilakukan. Namun demikian masalah yang berhubungan dengan tipologi lahan perlu diperhatikan karena genotipe ini hanya beradaptasi pada genangan dan bukan faktor fisiko-kimia tanah yang berhubungan dengan keracunan dan defisiensi unsur hara.

## METODE SELEKSI

Metode seleksi untuk populasi hasil persilangan dapat dilaksanakan seperti pada metode seleksi kedelai toleran cekaman abiotik. Namun demikian perlu ditekankan di sini bahwa kriteria seleksi yang digunakan mengikuti kriteria seleksi khusus untuk toleransi lahan pasang surut. Di samping itu, dengan kompleksitas masalah yang dihadapi di lahan pasang surut, maka metode seleksi yang mendapatkan prioritas untuk dilaksanakan adalah metode bulk. Dengan metode ini tidak banyak gen yang hilang akibat seleksi pada generasi awal, sehingga kemungkinan diperoleh rekombinasi genetik yang dikehendaki lebih besar. Kecuali itu metode ini mengijinkan terjadinya seleksi alam (Allard 1960), di mana galur-galur

yang tidak toleran terhadap kondisi pasang surut akan mati dan yang tertinggal adalah galur-galur yang toleran terhadap lahan pasang surut.

### VARIETAS YANG SUDAH DILEPAS

Pada tahun 2001 telah dilepas dua varietas kedelai adaptif lahan pasang surut Lawit dan Menyapa (Suhartina 2005). Kedua varietas tersebut merupakan hasil persilangan antara genotipe B 3034 dengan varietas lokal Lampung yang dilakukan oleh Balittan Bogor (sekarang BB Biogen Bogor), dan telah mengalami serangkaian pengujian dari penggalan dengan seleksi massa pada F3 sampai dengan uji multilokasi. Keistimewaan dari dua varietas ini adalah pengujian multi lokasi dilakukan di dua agroekologi, yaitu lahan pasang surut dan lahan sawah sehingga memiliki daya adaptasi yang luas.

Uji daya hasil yang dilakukan oleh Koesrini *et al.* (2002) di dua lokasi lahan pasang surut dengan tipologi sulfat masam (Belawang dan Tarantang), kedua varietas ini terpilih bersama dengan delapan varietas lain yang memiliki daya hasil sama atau lebih tinggi daripada varietas pembanding (Wilis). Pada pengujian multi lokasi di tiga lokasi lahan pasang surut (Barambai, Belawang dan Tatas) selama empat musim tanam (MH 93/94, MK 94, ME 94/95 dan MK 95), varietas Lawit dan Menyapa memiliki rata-rata hasil berturut-turut 1,93 dan 2,03 t/ha dan lebih tinggi daripada rata-rata seluruh genotipe (1,77 t/ha) dan varietas Wilis (1,69 t/ha) yang diuji. Sedangkan uji multi lokasi 16 lingkungan lahan sawah varietas Menyapa dan Lawit memiliki hasil berturut-turut 1,98 t/ha dan 2,07 t/ha dan lebih tinggi daripada varietas Wilis yang hanya memberikan rata-rata hasil 1,77 t/ha (Koesrini *et al.* 2002).

### Deskripsi Varietas Lawit dan Menyapa

Varietas Lawit dan Menyapa meskipun berasal dari tetua yang sama (induk betina B 3034 dan induk jantan lokal Lampung), keduanya memiliki perbedaan. Perbedaan ini terlihat jelas dari karakter kualitatifnya, di mana warna hipokotil, warna bunga, dan warna kulit biji dari varietas Lawit berturut-turut adalah ungu, ungu dan kuning; sedangkan untuk varietas menyapa adalah hijau, putih, dan kuning kehijauan. Untuk karakter kualitatif yang lain seperti warna epikotil, warna daun, warna bulu, warna polong masak,

warna hilum dan bentuk biji, semuanya sama.

Karakter kuantitatif merupakan karakter yang dikendalikan secara poligenik, dan sangat dipengaruhi oleh lingkungannya. Oleh karena itu karakter ini sangat beragam pada berbagai genotipe dan lingkungan yang berbeda. Meskipun berasal dari tetua yang sama dan memiliki wilayah adaptasi yang sama pula (yaitu pada lahan pasang surut bertipe B dan C, dan lahan sawah), namun kedua varietas ini menunjukkan adanya keragaman karakter kuantitatif. Pada karakter umur berbunga dan umur polong masak tidak terdapat keragaman yang tinggi dari kedua varietas, di mana umur berbunga dan umur polong masak Lawit adalah 40 dan 84 hari, sedangkan umur berbunga dan umur polong masak Menyapa adalah 84 dan 85 hari. Namun pada karakter tinggi tanaman dan bobot 100 biji keragamannya terlihat jelas, di mana tinggi tanaman dan bobot 100 biji Lawit adalah 58 cm dan 10,5 g; sedangkan tinggi tanaman dan bobot 100 biji Menyapa adalah 64 cm dan 9,1 g. Pada lahan pasang surut varietas Lawit dapat mencapai rata-rata hasil 1,93 t/ha, lebih rendah daripada apabila ditanam pada lahan sawah dengan rata-rata hasil 2,07 t/ha. Sedangkan varietas Menyapa pada lahan pasang surut memiliki hasil lebih tinggi daripada varietas Lawit, yaitu 2,03 t/ha. Namun apabila ditanam pada lahan sawah rata-rata hasil yang dicapai Menyapa lebih rendah daripada Lawit, yaitu 1,98 t/ha.

### Anjuran Penanaman

Berdasarkan hasil uji multi lokasi di lahan pasang surut dan lahan sawah, varietas Lawit dan Menyapa dapat direkomendasikan untuk di tanam di kedua agroekologi lahan tersebut. Di lahan pasang surut kedua varietas ini dapat ditanam pada lahan dengan tipe luapan B, C dan D, baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Pada musim hujan untuk lahan dengan tipe luapan B perlu dibuat guludan untuk menghindari genangan air pada saat pasang. Pola tanam yang biasanya dilakukan di lahan bertipe luapan B pada bagian tabukan surjan adalah *padi (MH) – kedelai (MK)*, sedang pada guludan surjan *jagung (MH) – kedelai (MK)*. Sedangkan pada lahan dengan tipe luapan C dan D dapat dilakukan penanaman dengan pola tanam *jagung – kedelai* atau *kedelai – hortikultura* (Ananto *et al.* 2000).

Sebelum dilakukan penanaman, sebaiknya lahan diolah terlebih dahulu dengan cara mencangkul atau membajaknya. Hal ini diperlukan karena kedelai memerlukan tanah yang gembur untuk pertumbuhannya, terutama untuk perkembangan bintil akar yang berguna dalam fiksasi nitrogen dari udara. Pembajakan dilakukan satu kali diikuti dengan perataan tanah dan pembuatan saluran kemalir dengan jarak 20–30 m dan saluran di sekeliling petakan. Saluran ini berfungsi untuk menghindarkan tanaman dari banjir apabila curah hujan tinggi. Pada lahan yang tidak diolah karena lahannya cukup gembur, perlu dilakukan pembersihan gulma. Pupuk diberikan saat tanam dengan dosis 49 kg/ha Urea, 83 kg/ha SP-36, dan 41 kg/ha KCl. Untuk meningkatkan pH tanah dapat diaplikasikan bahan amelioran berupa kapur dengan dosis 1 t/ha dengan cara dilarik di barisan tanaman (Ananto *et al.* 2000).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. M. Sarwani, A. Jumberi, I. Ar-Riza, I. Noor, dan H. Sutikno. 2003. Lahan pasang surut: Pendukung ketahanan pangan dan sumber pertumbuhan agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru. 54 hlm.
- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Ananto, E.E., A. Supriyo, Suntoro, Hermanto, Y. Soelaeman, I.W. Suastika, dan B. Nuryanto. 2000. Pengembangan usaha pertanian lahan pasang surut Sumatera Selatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 166 hlm.
- Bacanamwo, M., and L. Purcell. 1999. Soybean dry matter and N accumulation response to flooding stress, N sources and hypoxia. *J. Exp. Bot.* 50:689–696.
- Balittan, 1990. Germplasm Catalogue Soybean. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Bernardo, R. 2002. Breeding for Quantitative Traits in Plants. Stemma Press. Minnesota. 369p.
- Boru, G., T. VanToai, J. Alves, D. Hua and M. Knee. 2003. Responses of soybean to oxygen deficiency and elevated root-zone carbon dioxide concentration. *Annals of Botany* 91:447–453.
- Cornelious, B., P. Chen, Y. Chen, N. de Leon, J.G. Shannon and D. Wang. 2005. Identification of QTLs underlying water-logging tolerance in soybean. *Mol. Breed.* 16:103–112.
- Daugherty, C.J., and M.E. Musgrave. 1994. Characterization of populations of rapid-cycling *Brassica rapa* L. selected for differential waterlogging tolerance. *J. Exp. Bot.* 45:385–392.
- Ermolayev, Vladimir. 2001. Isolation of genes involved in soybean response to Al toxicity under Low pH condition. p.15–24 *In* Proceeding of Workshop on Soybean Biotechnology for Aluminum Tolerance on Acid Soils and Disease Resistance. Federal Ministry for Education and Research, Germany. Central Research Institute for Food Crops, Bogor.
- Fernandez, G.C.J. 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. p.257–270. *In* Kuo, C.G. (Ed.). Adaptation of Food Crops to temperature and Water Stress. Proc. of An Inter. Symp. Taiwan, 13–18 August 1992. AVRDC.
- Foy, C.D. 1984. Physiological effect of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. p.57–97. *In* F. Adams (Ed.) Soil Acidity and Liming.. American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin USA.
- Howeler, R.H. 1991. Identifying plants adaptable to low pH conditions. p. 885–904. *In* Plant-soil interaction at low pH (R.J. Wright *et al.* Eds.). Kluwer Academic Publisher. Netherlands.
- Islam, A.K.M.S, D.G. Edwards, and C.J. Asher. 1980. pH optima for crop growth and flowering: Results of a flowing solution culture experiment with six species. *Plant Soil* 54:339–357.
- Koesrini, E. William, M. Saleh, M. Sabran, dan M. M. Adie. 2002. Dua galur harapan kedelai untuk adaptasi di lahan rawa pasang surut. Hlm. 386–393. *Dalam* Nasrullah dan P. Yudono (peny.). Prosiding Kongres IV dan Simposium Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. PERIPI Komda D.I.Y. dan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Koesrini, M. Sabran, dan Eddy William. 1998. Adaptasi dan toleransi 15 varietas kedelai di lahan pasang surut bergambut. Hlm. 217–222. *Dalam* M. Sabran, M.Y. Maamun, A. Sjachrani, B. Prayudi, I. Noor, dan S. Sulaiman (peny.) Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Kuswanto, H. 2004. Analisis Genetik Toleransi Kedelai Terhadap Tanah Masam. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. Malang.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plant to Environmental Stress. Academic Press. New York.
- Linkemer, G., J.E. Board and M.E. Musgrave. 1998. Waterlogging effect on growth and yield components of late-planted soybean. *Crop Sci.* 38:1576–1584.

- Lund, Z.F. 1970. The effects of calcium and its relation to some other cation on soybean root growth. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:456–459.
- Saleh, M., E. William dan M. Sabran. 2002. Penampilan genotipe kedelai di lahan pasang surut bergambut. Hlm. 202–205. *Dalam* Nasrullah dan P. Yudono (peny.). *Prosiding Kongres IV dan Simposium Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia. PERIPI Komda D.I.Y. dan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.*
- Shannon, G., D.A. Sleper, H.T. Nguyen, J.A. Wrather, W.J. Wiebold, R.L. McGraw and W.E. Stevens. 2005. Soybean Breeding and Genetics. <http://aes.missouri.edu/delta/fieldday/2005/page18.stm> (accessed on February 23, 2006)
- Suhartina, 2005. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Supriyo, A. 1990. Tanggap hasil kedelai varietas Wilis dan Galunggung terhadap populasi dan waktu tanam pada tanah sulfat masam. *Kindai* 1(1):9–13.
- VanToai TT, St. Martin SK, Chase K, Boru G, Schnipke V, Schmitthenner AF, and Lark KG. 2001. Identification of a QTL associated with tolerance of soybean to soil waterlogging. *Crop Sci.* 41:1247–1252.
- VanToai, T.T., J.E. Beuerline, A.F. Scmitthenner, S.K. St. Martin. 1994. Genetic variability for flooding tolerance in soybeans. *Crop Sci.* 34:1112–1115.
- VanToai, T.T., S.K. St. Martin, J. Zhang, and S.W. Yu. 1993. RAPD markers of flooding tolerant Chinese soybean germplasm. *Soybean Genetics Newsletters* 20:153–159.
- Villagarcia, M.R., T.E. Carter, Jr., T.W. Rufty, A.S. Niewoehner, M.W. Jannette, and C. Arrellano. 2001. Genotypic rankings for aluminum tolerance of soybean roots grown in hydroponics sand culture. *Crop Sci.* 41:1499–1507.
- Widodo, I. 2003. Penggunaan markah molekuler pada seleksi tanaman. [http://rudycr.topcities.com/ppp702\\_71034/imam\\_widodo.htm](http://rudycr.topcities.com/ppp702_71034/imam_widodo.htm)
- William, E. dan Koesrini. 1992. Penampilan galur-galur harapan kedelai di lahan pasang surut sulfat masam. *Kindai* 3(1):13–17.
- Xu, K., and D.J. Mackill. 1996. A major locus for submergence tolerance mapped on rice chromosome 9. *Mol. Breed.* 2:219–224.
- Yunus, M. 2004. Markah molekuler untuk perbaikan tanaman. Makalah Lokakarya Teknik Dasar Molekuler untuk Pemuliaan Tanaman. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.

## PEDOMAN BAGI PENULIS

**RUANG LINGKUP.** Buletin Palawija memuat tulisan hasil penelitian tanaman palawija dari berbagai aspek/disiplin ilmu mencakup plasma nutfah dan pemuliaan, fisiologi/ budidaya, perlindungan tanaman, pascapanen, dan sosial-ekonomi termasuk kebijakan pengembangan tanaman palawija. Naskah yang dikirim untuk diterbitkan hendaknya belum pernah diterbitkan.

**BAHASA.** Buletin memuat karangan dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Setiap naskah dilengkapi dengan abstrak Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Pemakaian istilah supaya mengikuti Pedoman Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa.

**NASKAH.** Naskah diketik dengan program MS Word, dua spasi, kanan dan kiri setiap halaman disediakan ruang kosong minimal 3 cm dari pinggir kertas. Panjang naskah maksimal 20 halaman termasuk tabel dan gambar. Naskah tercetak diserahkan ke Redaksi rangkap 2 (dua), disertai file. File gambar harus diserahkan aslinya.

**Naskah primer** disusun dalam urutan: Judul tulisan, Nama penulis dan alamatnya (termasuk e-mail); Abstrak bahasa Indonesia dan Inggris dilengkapi judul dan kata kunci, Pendahuluan, Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, dan Daftar Pustaka.

**Naskah tinjauan (*review*)** disusun dengan urutan: Judul tulisan, Nama penulis dan alamatnya (termasuk e-mail); Abstrak bahasa Indonesia dan Inggris dilengkapi judul dan kata kunci, Pendahuluan, diikuti sub-judul sesuai dengan materi tulisan, Kesimpulan dan Daftar Pustaka.

Pustaka (literatur) di dalam teks menggunakan nama penulis, diikuti tahun terbit tulisan. Setiap pustaka yang disitir harus tercantum dalam daftar pustaka. Satuan ukuran di dalam teks, tabel, dan ilustrasi menggunakan sistem metrik atau Satuan Internasional (SI) misalnya dalam satuan micron, mm, cm, kg, untuk panjang: cm<sup>3</sup>, liter untuk volume; dan g, kg, ton untuk bobot. Hindari memakai satuan lain yang berlaku terbatas, misalnya kuintal, pikul, dan lain sebagainya.

**TABEL.** Jumlah kolom, panjang baris, dan penggunaan digit dalam tabel hendaknya tidak berlebihan. Setiap tabel harus diberi judul secara singkat tetapi jelas dengan keterangan secukupnya, sehingga mampu disajikan secara mandiri. Tiap tabel harus disitir dalam teks.

**ILUSTRASI.** Ilustrasi berupa gambar (termasuk foto, grafik, bagan, dan yang lain), harus tajam dan jelas sehingga memungkinkan pengecilan dalam proses pencetakan. Ilustrasi yang dibuat dengan program komputer atau foto digital hendaknya disertakan file aslinya. Setiap gambar harus diberi nomor urut dan disitir dalam teks. Keterangan yang dimuat pada ilustrasi harus cukup jelas agar dapat disajikan secara mandiri.

**DAFTAR PUSTAKA.** Semua pustaka yang disitir dalam teks hendaknya disusun menurut abjad sesuai nama penulis.

**PROSES PENYUNTINGAN.** Penyunting/Redaksi melakukan koreksi dan perbaikan serta mengubah format sesuai dengan kebijakan Redaksi tanpa mengubah arti dari naskah. Penyunting akan mengembalikan naskah kepada penulis untuk diperbaiki sesuai dengan koreksi redaksi atau Mitra Bestari. Naskah diterima atau ditolak berdasarkan keputusan Dewan Redaksi. Penulis diharapkan segera mengembalikan perbaikan naskah agar dapat diterbitkan pada waktunya. Kepada setiap penulis diberikan dua eksemplar jurnal ditambahkan 5 eksemplar *reprint*.