

Bioteknologi Untuk Ketahanan Pangan Kedelai: Aspek Produksi dan Konsumsi

Biotechnology For Soybean Food Security: Production and Consumption Aspects

Suyanto Pawiroharsono

Pusat Teknologi Bioindustri, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Gedung BPPT II Lantai 16, Jalan M.H. Thamrin 8, Jakarta 13040
E-mail: suyanto.pawiroharsono@bppt.go.id

Diterima : 28 Agustus 2013

Revisi : 30 Agustus 2013

Disetujui : 23 September 2013

ABSTRAK

Kedelai adalah komoditas pangan penting di Indonesia. Kedelai merupakan makanan bergizi yang sudah berabad-abad lamanya dan telah menjadi bagian budaya bangsa. Bentuk makanan yang umum dikonsumsi terutama adalah tempe, tahu, kecap dan tauco. Namun demikian, Indonesia sejak tahun 1974 tidak dapat memenuhi semua kebutuhan secara mandiri, dan akibatnya Indonesia menjadi Negara pengimpor kedelai sampai sekarang. Kecuali pada tahun 1992, tercatat produksi kedelai nasional mencapai 1,9 juta ton sehingga pada tahun tersebut dikatakan mampu berswasembada. Ketergantungan impor kedelai meningkat dari tahun ke tahun dan pada tahun 2012 mencapai 70 persen. Oleh karena itu, pemanfaatan bioteknologi diharapkan dapat menjadi solusi untuk mendukung program swasembada dan ketahanan pangan kedelai, yaitu mencakup aspek peningkatan produksi kedelai (varietas unggul dan pupuk hayati), dan melalui perbaikan aspek konsumsi (proses fermentasi) yang dapat memperbaiki kualitas gizi dan keamanan konsumsi. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi bioteknologi untuk ketahanan pangan kedelai diperlukan suatu model sistem inovasi yang melibatkan berbagai pihak seperti peneliti, petani, penyuluh, investor dan industri.

kata kunci: bioteknologi, kedelai, produksi, konsumsi

ABSTRACT

Soybean is an important food commodity in Indonesia. Soybean is considered as a nutritious food, which is consumed for the centuries and to be part of national culture. Generally, the types of food products from soybean are tempe, tofu, soy-sauce (kecap) and taucho. Unfortunately, since 1974, Indonesia could not fulfill the demand through domestic production, and consequently Indonesia has been an importing country of soybean up to present. Except in 1992, it was noted that the national soybean production reached 1, 9 million tons, so in this year it called to be able to self sufficiency. The import dependency increased gradually from year to year, and in 2012 the level reached nearly to 70 percent. For this reason, the implementation of biotechnology is expected to be a solution for soybean self supporting program and soybean food security. The implementation covered two aspects namely: increasing the soybean production (superior variety and biofertilizer), and improving on consumption (fermentation process), that is able to increase on nutritive value and food safety. Therefore, the successful of the implementation of biotechnology on soybean food security needs an innovation system model involving related stakeholders such as researcher, farmer, agricultural extension, investor and industry.

keywords: biotechnology, soybean, production, consumption

I. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) tergolong dalam kelompok tanaman *Leguminosae* (tanaman polong-polongan). Sebagai komoditas pangan, kedelai sudah lama dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Sebagaimana tersirat dalam Serat Centini (1815) bahwa kedelai tersebut sebagai salah satu menu makanan yang disajikan dalam suatu jamuan makan para bangsawan. Konsumsi kedelai terus meningkat setelah Indonesia merdeka, dan bahkan sekarang kedelai menjadi komoditas tanaman pangan nasional terpenting ketiga, yaitu setelah padi dan jagung.

Di Indonesia, kedelai merupakan komoditas strategis, karena mempunyai berbagai fungsi penting, yaitu: (i) sebagai bahan makanan bergizi, terutama sebagai sumber protein yang dikonsumsi dalam menu sehari-hari (tempe, tahu, kecap); (ii) memberikan kontribusi penting sebagai sumber makanan bergizi dan sumber senyawa aktif penting untuk kesehatan tubuh; dan (iii) memberikan kontribusi pada kegiatan ekonomi dan lapangan kerja bagi penduduk Indonesia.

Konsumsi kedelai juga terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia. Kenaikan konsumsi kedelai mempunyai dampak ganda yaitu positif dan negatif. Sebagai makanan bergizi, kenaikan konsumsi mempunyai makna positif terhadap peningkatan kesehatan dan makin banyaknya tenaga kerja yang terserap. Namun demikian, di sisi lain kenaikan konsumsi berdampak negatif terhadap devisa Negara, mengingat bahwa kebutuhan kedelai tersebut tidak dapat dipenuhi lagi dari produksi dalam negeri. Produksi kedelai dalam 20 tahun terakhir justru terus menurun sebagai akibat makin berkurangnya lahan dan minat petani menanam kedelai. Sebagai konsekuensinya, Indonesia harus terus mengimpor kedelai, dan untuk memenuhi kebutuhan tersebut impor terus meningkat dari tahun ke tahun. Swasembada kedelai terakhir dicapai tahun 1992, dimana jumlah produksi mencapai 1,9 juta ton. Selanjutnya, impor kedelai terus meningkat, bila pada tahun 1994 tercatat 700.000 ton atau sekitar 30 persen dari kebutuhan, maka pada tahun 2012, jumlah impor

kedelai telah mencapai 1,9 juta ton atau sekitar 69 persen dari kebutuhan kedelai nasional. Kenaikan harga pangan di tingkat global seperti kedelai dan gandum, dan makin melemahnya nilai tukar rupiah akan berakibat memperburuk keadaan, karena makin tingginya devisa Negara untuk import kedelai.

Data tersebut menunjukkan bahwa ketahanan pangan kedelai sudah sedemikian rapuh, dan untuk itu upaya swasembada perlu terus diupayakan sebagai program prioritas Pemerintah. Ketahanan pangan pada dasarnya mencakup 3 aspek / dimensi yaitu: (i) aspek produksi; (ii) aspek distribusi; dan (iii) aspek konsumsi yang mencakup beberapa kriteria, yaitu kuantitas (cukup jumlahnya), kualitas (mutu), aman, beragam, bergizi, merata dan terjangkau.

Peran bioteknologi untuk mendukung ketahanan pangan kedelai, terutama pada aspek produksi kedelai khususnya pada budidaya untuk peningkatan produktivitas dan aspek konsumsi yang dilakukan melalui proses pengolahan kedelai sehingga kedelai dapat memberikan kontribusi sebagai makanan bermutu, bergizi, aman dan murah.

II. KETAHANAN PANGAN KEDELAJ DAN SWASEMBADA

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan, Ketahanan Pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan.

Dalam upaya mencapai ketahanan pangan kedelai, Kementerian Pertanian telah menyusun program swasembada kedelai pada tahun 2014. Program swasembada kedelai ini dilaksanakan melalui berbagai perencanaan dan kegiatan peningkatan produksi baik secara intensifikasi maupun secara ekstensifikasi. Program swasembada kedelai adalah merupakan salah satu program dalam upaya mencapai target 4 sukses pertanian, yang mencakup: (i)

Pencapaian Swasembada dan Swasembada Berkelanjutan; (ii) Peningkatan Diversifikasi Pangan; (iii) Peningkatan Nilai Tambah, Daya Saing, dan Ekspor; dan (iv) Peningkatan Kesejahteraan Petani.

Setelah berlangsungnya pelaksanaan program swasembada kedelai sejak 2010 sampai dengan tahun 2012, maka terlihat hasil

Capaian program swasembada belum menunjukkan arah pencapaian yang positif,

Di sisi lain dijelaskan oleh Tohir (2012) bahwa produktivitas kedelai di tingkat petani Indonesia masih rendah yaitu hanya berkisar 1,0 -1,5 ton/ hektar. Hal ini disebabkan oleh sistem budidaya yang konvensional dimana bertani pada lahan sempit dan masih dikelola secara individual. Keadaan ini menyebabkan biaya produksi mahal dan tidak kompetitif dengan harga kedelai impor. Berbagai kendala lainnya adalah: (i) kualitas benih yang masih rendah; (ii) sarana produksi yang minimal; (iii)

Tabel 1. Sasaran Luas Tanam, Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Menuju Swasembada Kedelai Tahun 2014

No	Tahun	Luas Tanam (Ha)	Luas Panen (Ha)	Produktivitas (Ton/Ha)	Total Produksi (Ton)
1	2012	1.312.000	1.250.000	1.520	1.900.000
2	2013	1.538.000	1.465.000	1.536	2.250.000
3	2014	1.830.000	1.742.000	1.550	2.700.000

Sumber: Kementan (2012).

dimana belum dapat mencapai target-target sesuai dengan perencanaan swasembada kedelai hingga tahun 2014. Berbagai faktor baik internal (lahan, produktivitas, sumber daya manusia, harga produksi, kebijakan) dan eksternal (kualitas dan harga yang lebih murah) yang belum dapat diatasi menjadi penyebab utama kegagalan swasembada. Pada Tabel 1, ditunjukkan bahwa target capaian swasembada kedelai tahun 2014 (Kabinet Indonesia Bersatu II), yaitu sebesar 2,7 juta ton/tahun, sedang pada tahun 2012 yang ditargetkan 1,9 juta ton (Kementan, 2012), namun jumlah produksi kedelai baru tercapai 843.153 ton (lihat Tabel 2). Menurut Menteri Pertanian, permasalahan pokok tidak tercapainya swasembada kedelai adalah berkurangnya lahan dan masih rendahnya produktivitas kedelai di Indonesia (Agustinus, 2012). Untuk mencapai target produksi tahun 2012 saja, tambahan lahan yang diperlukan adalah sekitar 700.000 hektar.

dihilangkannya subsidi benih; dan (iv) iklim tropis yang kurang optimal untuk pertumbuhan kedelai, bila dibandingkan dengan daerah yang mempunyai iklim sub-tropis (KNRT, 2011).

Berdasarkan data sasaran pada Tabel 1, dan perkembangan aktual pencapaian produksi kedelai 2009 - 2012 (Tabel 2), maka swasembada kedelai nampaknya tidak mudah untuk dicapai. Sejak tahun 2009 sampai dengan tahun 2012 jumlah produksi per tahunnya justru cenderung terus menurun, dan terlihat bahwa penyebab utama adalah turunnya luas panen. Oleh karena itu, program swasembada kedelai perlu dievaluasi untuk dapat memberikan alternatif solusinya, dan khususnya melalui pemanfaatan bioteknologi.

Untuk mendukung program swasembada tersebut, maka implementasi bioteknologi di bidang pertanian dan khususnya pemanfaatan hasil-hasil riset tanaman kedelai dinilai sangat

Tabel 2. Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Tanaman Kedelai Nasional

No	Tahun	Luas Panen (Hektar)	Produktivitas (Kwintal/Hektar)	Produksi (Ton)
1	2009	722.791	13.48	974.512
2	2010	660.823	13.73	907.031
3	2011	622.254	13.68	851.286
4	2012	567.624	14.85	843.153

tepat guna meningkatkan produktivitas. Sejalan dengan itu, kegiatan riset bioteknologi perlu terus ditingkatkan untuk mendapatkan varietas baru yang lebih unggul dan untuk pengembangan pupuk hayati baru yang berbasis pada teknologi hijau.

III. BIOTEKNOLOGI UNTUK KETAHANAN PANGAN KEDELAI

Bioteknologi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang relatif baru, namun dalam 3 dekade belakangan ini bioteknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat. Bioteknologi merupakan ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup, khususnya mikroorganisme (jasad renik) atau sel-sel organisme hidup lainnya. Dalam implementasinya merupakan gabungan dari beberapa ilmu pengetahuan, terutama dari: (i) ilmu kehidupan (biologi); (ii) ilmu kimia; dan (iii) ilmu rekayasa.

Pemanfaatan bioteknologi untuk ketahanan pangan kedelai dapat dibedakan ke dalam 2 (dua) aspek, yaitu: (i) aspek peningkatan produksi kedelai, yang dalam hal ini melalui budidaya kedelai; dan (ii) aspek konsumsi yaitu melalui proses pengolahan kedelai, yang sekaligus bermanfaat untuk peningkatan kualitas dan keamanan konsumsi.

3.1. Implementasi Bioteknologi untuk Peningkatan Produksi Kedelai

Implementasi bioteknologi untuk peningkatan produksi kedelai pada dasarnya dapat dilakukan melalui 2 pendekatan, yang pertama melalui pengembangan varietas unggul untuk peningkatan produktivitas, dan yang kedua melalui pengembangan pupuk hayati (*biofertilizer*) yang berperan untuk perbaikan unsur hara pada lahan untuk tanaman kedelai.

3.1.1. Pengembangan Varietas Unggul

Pengembangan varietas bertujuan untuk mendapatkan varietas baru yang mempunyai sifat-sifat unggul sesuai dengan keinginan petani. Sifat-sifat unggul tersebut antara lain adalah produktivitas tinggi, umur genjah / pendek, tahan hama, adaptif terhadap cekaman tertentu dan atau mempunyai keunggulan kandungan senyawa tertentu. Pengembangan varietas unggul melalui bioteknologi disebut juga sebagai teknologi pemuliaan yang dapat

dilakukan melalui 2 cara yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi maju atau modern.

Secara konvensional, pengembangan varietas unggul dapat dilakukan melalui 2 metoda. Metode pertama merupakan teknik perakitan varietas melalui penyilangan bunga jantan (benang sari/polen) dan bunga betina (putik) dari tanaman induk yang mempunyai sifat unggul, misalnya pertumbuhannya cepat, produktivitasnya tinggi dan tahan terhadap hama tertentu. Keberhasilan pemuliaan tanaman ditandai dengan ditemukannya varietas hibrida melalui cara perakitan varietas pada tanaman jagung pada tahun 1910-an setelah serangkaian percobaan persilangan galur murni dilakukan (Lubis, 2005). Metode kedua, pengembangan varietas melalui teknik mutasi yaitu melakukan perubahan genetik baik di tingkat gen atau di tingkat khromosom. Mutasi pada gen dapat mengarah pada munculnya alel baru dan menjadi dasar munculnya variasi-variasi baru pada spesies atau disebut varietas. Teknik mutasi sudah lama dikembangkan melalui berbagai teknik: (i) mutagen (penyebab mutasi) fisik seperti sinar X (sinar Rontgen), sinar α (alpha), sinar β (betha) dan sinar γ (gamma); dan (ii) mutagen kimia seperti EMS (ethyl methane sulphonate, methyl methane sulphonate, dan di-ethyl sulphate). Akibat mutasi ini timbullah individu / tanaman baru yang memperlihatkan sifat (fenotipe) berbeda dengan tanaman aslinya, sebagai akibat mutasi yang kemudian disebut individu / tanaman mutan.

Melalui riset bioteknologi konvensional ini, Indonesia telah banyak menghasilkan varietas tanaman kedelai unggul yang sudah dilepas dan siap digunakan untuk peningkatan produktivitas kedelai oleh petani. Berbagai varietas tanaman kedelai mampu tumbuh adaptif di lahan-lahan suboptimal dan dengan potensi produktivitas lebih besar dari 2 ton/hektar (lihat Tabel. 3).

Selain varietas tersebut, masih terdapat varietas lain yang telah berhasil dikembangkan dan diimplementasikan untuk produksi secara massal, antara lain adalah: (i) kedelai hitam varietas Mallika yang dikembangkan melalui pemuliaan konvensional (Astuti, 2012); dan (ii) kedelai kuning varietas Mutiara 1 yang dikembangkan oleh BATAN melalui teknik

Tabel 3. Potensi dan Karakteristik Berbagai Varietas Kedelai Unggul Tahun 1995 – 2005

Varietas	Umur (hari)	Bobot biji (g/100biji)	Potensi hasil (ton/hektar)	Warna biji	Keunggulan
Varietas umur sedang bertipe biji sedang (10-12 g/100 biji)					
Sindoro	86	12,0	2,03	Kuning	Tahan karat, adaptif lahan masam
Slamet	87	12,5	2,26	Kuning	Tahan karat , adaptif lahan masam
Sinabung	88	10,68	2,16	Kuning	Agak tahan karat, tidak mudah pecah
Ijen	83	11,23	2,49	Kuning agak mengkilap	Tahan ulat grayak
Tanggamus	88	11,5	2,5	Kuning	Agak tahan karat, adaptif lahan masam
Ratai	90	10,5	1,6-2,7	Kuning agak kehijauan	Agak tahan karat, adaptif lahan masam
Seulawah	93	9,5	1,6-2,5	Kuning agak kehijauan	Tahan karat, adaptif lahan masam
Nanti	92	11,0	2,4	Kuning	Tahan karat, adaptif lahan masam
Varietas umur sedang bertipe biji besar (> 12 g/100 biji)					
Burangrang	82	17,0	1,2-2,5	Kuning	Tahan karat, rendemen susu /ekstrak tinggi
Anjasmoro	82,5	14-15,3	2-2,25	Kuning	Moderat terhadap karat, tidak mudah pecah
Panderman	85	18-19	2,37	Kuning muda	Tahan rebah
Rajabasa	85	15	3,90	Kuning cerah	Tahan karat, adaptif lahan masam
Gumitir	81	15,75	2,41	Kuning agak hijau	Tahan lalat bibit, pengisap polong,
Argopuro	84	17,80	3,05	Kuning	Tahan lalat bibit, pengisap polong
Menyapa	85	9,1	2,0	Kuning kehijauan	Adaptif lahan pasang-surut / lahan rawa

Sumber: Balitkabi (2012) – data diolah.

mutasi secara radiasi (Harry Is, 2012).

Varietas Mallika dikembangkan sejak tahun 2003 oleh Fakultas Teknologi Pertanian dan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada, dan kemudian bersama PT Unilever mengembangkan Program Pemberdayaan Petani dalam Pengembangan Kedelai Hitam (Program P3KH). Keberhasilan pengembangan varietas ini ditandai dengan pelepasan varietas Mallika oleh Menteri Pertanian pada tahun

2007 (SK Menteri Pertanian Nomor 78/Kpts/SR.120/2/2007). Produk kedelai varietas Mallika yang dihasilkan oleh petani pada program P3KH digunakan oleh PT Unilever sebagai bahan baku untuk produksi kecap.

Varietas Mutiara 1 yang dikembangkan oleh BATAN adalah hasil mutasi gen pada kedelai lokal varietas Muria. Dengan irradiator gamma kobalt (Co) 60 selama 15 menit pada 150 gray, sehingga terjadi perubahan komposisi gen

Tabel 4. Jenis-Jenis Pupuk Hayati untuk Peningkatan Produksi Tanaman Kedelai

No	Jenis produk	Spesifikasi	Referensi
1	Biokom®	<ul style="list-style-type: none">• Pupuk hayati Biokom® mengandung mikroba tanah bermanfaat dan humus memegang peranan penting pada proses siklus/transformasi hara agar dapat terserap dengan baik oleh tanaman dan sangat menunjang keberlanjutan kesuburan dan/atau produktivitas tanah.• Untuk tanaman kedelai diperlukan 200 -300 kg / hektar	CV Bumi Lestari Sejahtera. Ijin Deptan: G144/ HAYATI/ Deptan-PPI/ X/ 2007
2	Ultramic®	<ul style="list-style-type: none">• Pupuk hayati cair Ultramic® memiliki kandungan mikroba bermanfaat yang dapat bersimbiosis dengan tanaman, memiliki kapasitas untuk mencukupi sebagian kebutuhan hara tanaman, mampu menjadi penyedia energi bagi mikroba tanah dan berakibat pada kemandapan aerasi serta struktur tanah, dalam proses metabolitnya menghasilkan zat pengatur tumbuh yang cukup besar, menghasilkan zat anti patogendan enzimalami yang bermanfaat dalam meningkatkan kesuburan tanah dan tanaman• Untuk tanaman pangan (kedelai, jagung, padi) diperlukan 1-1,5 L / hektar	CV Bumi Lestari Sejahtera. Ijin Deptan: L321/HAYATI/ Deptan-PPI/IV/2009
3	Biobus	<ul style="list-style-type: none">• Mikroba yang terdapat dalam BIOBUS terdiri atas 4 (empat): (i) <i>Rhizobium</i> sp., penambat N₂-udara, (ii) <i>Bacillus</i> sp., pelarut fosfat, penghasil fitohormon dan antipatogen, (iii) <i>Pseudomonas</i> sp., pelarut fosfat, penghasil fitohormon dan antipatogen, dan (iv) <i>Ochrobactrum pseudogrignonense</i> memacu pertumbuhan, pembungaan, dan pemasakan buah• Takaran pemakaian Biobus: 250 g/ 40 kg benih/ha	PT Bioindustri Nusantara. Izin Edar Deptan : P/636/ HAYATI/DEPTAN-PPI/ VII/2010; http://www.ptbionusa.com/p_biobus.php
4	ILeTRISoy-1, 2, 3 and 4	<ul style="list-style-type: none">• Multi-isolat <i>Rhizobium</i> ILeTRISoy yang toleran terhadap kemasaman hingga pH 4 dan kadar Fe tinggi.• Multi-isolat <i>Rhizobium</i> ILeTRISoy bersimbiosis baik dengan beberapa varietas kedelai dan prospektif untuk pengembangan kedelai di tanah Ultisol yang memiliki pH 4,5 seperti di Lampung• Aplikasi multi-isolat ILeTRISoy dalam bentuk pelet mampu meningkatkan pembentukan bintil akar tanpa menurunkan viabilitas benih kedelai.	Balitkabi (2012)

Tabel 5. Berbagai Jenis Produk Fermentasi Berbasis Kedelai dan Karakteristiknya

No	Nama Produk	Bahan dan Perlakuan	Mikroorganisme
1	Tempe	Kedelai dicuci, direndam, dimasak, dikuliti dan difermentasi	<i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i>
2	Kecap	Kedelai dicuci, direndam, dimasak, difermentasi di ruangan, dan difermentasikan dalam larutan garam (20%)	<i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomycesrouxii</i> , <i>Torulopsis etchellsii</i>
3	Tauco	Kedelai dicuci, direndam, dimasak, difermentasi di ruangan, dan difermentasikan dalam larutan garam (20%)	<i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Pediococcus halophilus</i>

Sumber: Pawiroharsono (2012).

(Wisnubrata, 2010; Harry Is, 2012). Keberhasilan riset pengembangan varietas unggul Mutiara 1 ditandai dengan diterbitkannya Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor : 2602/Kpts/SR.120/7/2010, tentang Pelepasan Galur Mutan Kedelai 37 MBB sebagai Varietas Unggul dengan nama Mutiara 1. Keunggulan Varietas Mutiara 1 adalah: (i) umurnya genjah, dapat dipanen pada umur 82 hari; (ii) pada usia 30 hari sudah berbunga warna ungu; (iii) berbiji besar; (iv) tahan penyakit karat daun (*Phakospora pachirhyzi* Syd) dan tahan terhadap penyakit bercak atau hawar daun coklat (*Cercospora*), dan juga tahan hama penggerek pucuk (*Melanagromyza sojae*); dan (v) produktivitas 2,4 ton hingga 4,1 ton per hektar.

3.1.2. Pupuk Hayati (Biofertilizer)

Pupuk adalah salah satu unsur penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai. Peran utama pupuk untuk tanaman adalah memperbaiki kualitas dan kuantitas unsur hara dalam tanah sehingga tanaman dapat memperoleh unsur hara secara optimal untuk mendukung proses fisiologis tanaman (tumbuh, berkembang dan reproduksi). Melalui perkembangan riset bioteknologi telah dihasilkan berbagai jenis pupuk hayati (*biofertilizer*), yaitu pupuk yang mengandung satu atau lebih mikroorganisme atau mikroba yang digunakan untuk memperbaiki ketersediaan unsur hara pada suatu lahan sesuai dengan lingkungannya.

Perbaikan lahan akan sangat tergantung dari kondisi lahan, sehingga makin baik kondisi lahannya maka makin sedikit upaya yang dilakukan. Untuk itu, suatu lahan sebelum ditanami, perlu dilakukan lebih dahulu

penelitian awal, antara lain untuk mengetahui jenis lahan (kering, rawa, pasang-surut), jenis tanah (gambut, mineral endapan, pirit, mineral berpasir, mineral bergambut), dan jenis cekaman (naungan, payau, kering, kandungan mineral, masam). Data lahan ini selanjutnya akan digunakan untuk menentukan pemberian jenis pupuk hayati yang sesuai dengan kebutuhan lahan.

Di Indonesia, riset di bidang bioteknologi untuk peningkatan produksi kedelai, termasuk di lahan marginal sudah banyak dilakukan, walaupun hasil riset ini belum banyak diimplementasikan di tingkat petani. Beberapa hasil riset pupuk hayati yang telah diimplementasikan untuk peningkatan produktivitas tanaman kedelai tercantum pada Tabel 4.

Aplikasi multi-isolat bakteri penambat N tahan kondisi masam (ILeTRISoy-1, 2, 3 and 4) menghasilkan antara 34 – 46 bintil akar per tanaman, dan ternyata lebih tinggi dari jumlah bintil akar yang dihasilkan tanaman yang tidak diinokulasi sama sekali (2 bintil akar per tanaman), atau yang diberi 22,5 kg pupuk N per hektar saja (2 bintil akar per tanaman)

Penyuburan lahan secara bioteknologi hendaknya dapat dikombinasikan dengan metoda non bioteknologi (misalnya dengan pupuk kimia), agar dapat secara optimal mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai. Hal penting yang perlu diperhatikan untuk penyuburan tanah / lahan adalah perlunya penelitian awal untuk mengetahui jenis tanah dan jenis cekaman pada lahan tersebut.

3.2. Implementasi Bioteknologi pada Aspek Konsumsi

Aspek konsumsi merupakan salah satu faktor penting dalam ketahanan pangan, karena pada tahap ini kualitas makanan ditentukan oleh seberapa jauh makanan dapat dikonsumsi dengan baik dan memberikan kontribusi pada pemenuhan zat gizi, aman, dan terjangkau. Seperti diketahui bahwa kedelai merupakan bahan pangan yang tidak dapat langsung dikonsumsi. Kedelai banyak mengandung zat anti gizi / racun, antara lain adalah zat antitripsin, hemaglutinin dan asam fitat.

Melalui proses bioteknologi, yaitu melalui proses fermentasi, berbagai komponen kedelai mengalami perubahan komposisi, sehingga kedelai dapat dikonsumsi dengan aman dan disamping itu melalui fermentasi dapat meningkatkan kualitas kedelai sebagai makanan, yaitu: (i) mudah dicerna; (ii) kandungan zat gizi meningkat (asam amino bebas, asam lemak bebas, asam lemak tidak jenuh, vitamin-vitamin dan mineral tertentu); dan (iii) terdegradasinya zat anti gizi dan zat racun lainnya. Keunggulan lain dari produk fermentasi ini adalah kaya akan senyawa aktif, khususnya senyawa antioksidan seperti senyawa isoflavan, ergosterol, alpha-tokoferol dan beta-karoten (Pawiroharsono, 2009).

Proses bioteknologi yang umum diimplementasikan untuk pengolahan kedelai adalah untuk produksi berbagai jenis makanan, antara lain adalah tempe, tauco dan kecap. Di luar negeri proses fermentasi kedelai digunakan juga untuk produksi makanan seperti natto, miso dan kecap.

Berbagai produk fermentasi berbasis kedelai di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5. Diantara produk fermentasi kedelai yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia adalah tempe, yaitu sekitar 50 persen dari seluruh konsumsi kedelai, sedang tahu yang merupakan produk non fermentasi mencapai sekitar 30 persen. Disamping itu, masih terdapat jenis makanan fermentasi lainnya yang berbasis kedelai dalam bentuk ampas atau limbah, yaitu tempe gembus dan oncom yang menggunakan ampas tahu.

Perkembangan teknologi fermentasi ke depan perlu diarahkan untuk mencari strain unggul mikroorganisme melalui rekayasa

genetika, yang mampu meningkatkan kualitas produk, baik tempe atau produk fermentasi lainnya sebagai sumber gizi maupun sebagai sumber senyawa aktif.

IV. PEMBAHASAN

Di Indonesia, kedelai merupakan komoditas pangan yang telah terbiasa dikonsumsi oleh masyarakat, memberikan kontribusi penting sebagai sumber makanan bergizi terutama sebagai sumber protein (kandungan protein sekitar 40 persen), dan harganya relatif terjangkau. Sebagai sumber protein, kedelai merupakan komoditas termurah bila dibandingkan dengan sumber protein lainnya seperti telur, ikan, susu dan daging. Keberadaan kedelai ternyata bermakna lebih dalam pada kehidupan masyarakat. Kenaikan nilai tukar dollar terhadap rupiah akhir-akhir ini mengakibatkan kenaikan harga kedelai dan tempe, dan lebih dari itu mengancam kehidupan industri kecil dan rumah tangga.

Kedelai impor selama ini dinilai lebih murah dan mempunyai kualitas yang lebih baik dari kedelai lokal, kondisi ini menjadi jebakan yang makin menjauhkan cita-cita ketahanan pangan melalui swasembada dan kemandirian kedelai. Ketahanan pangan kedelai akhir-akhir ini menjadi fokus permasalahan mengingat pasokan kedelai dunia yang harganya meningkat, sehingga mengancam industri tahu dan tempe merugi dan bahkan gulung tikar.

Komoditas kedelai menjadi dilema, karena produksi kedelai selama 20 tahun terakhir terus menurun sebagai akibat makin berkurangnya lahan dan minat petani menanam kedelai, yang notabene kurang menguntungkan dibandingkan dengan komoditas lainnya, sehingga produksi tahun terakhir 2012 tercatat hanya 0,85 juta ton/tahun. Sebaliknya dengan kebutuhan yang terus meningkat memacu jumlah impor yang makin tinggi, dan pada tahun 2012 tercatat 1,9 juta ton atau sekitar 69 persen dari seluruh kebutuhan.

Ketahanan pangan kedelai yang dilaksanakan melalui program swasembada kedelai tahun 2014 adalah program Pemerintah melalui Kementerian Pertanian. Melihat data produksi (Tabel 2) dan sasaran swasembada (Tabel 1) kedelai, nampaknya swasembada sukar untuk dicapai. Walaupun produktivitas tercatat sedikit meningkat, namun jumlah luas lahan

dan produksi justru cenderung terus menurun. Secara logika memang swasembada kedelai dapat dicapai, karena berbagai peluang dan potensi yang telah tersedia yaitu: (i) teknologi, teknologi budidaya dan hasil riset bioteknologi dalam bentuk varietas unggul dan pupuk hayati telah siap digunakan; (ii) potensi lahan cukup tersedia, khususnya dengan memanfaatkan lahan sub-optimal; dan (iii) potensi sumber daya manusia yang didukung oleh tenaga ahli dan para peneliti di bidang budidaya kedelai, para penyuluh dan para petani yang mempunyai jumlah sangat besar.

Berdasarkan uraian di atas, maka terlihat bahwa komitmen program swasembada belum secara konsisten dilaksanakan dengan baik, dimana usaha ekstensifikasi atau menambah luas lahan yang masih terkendala, sehingga swasembada hasil yang diharapkan belum dapat terealisasi.

Untuk mencapai swasembada kedelai yang merupakan unsur penting dalam ketahanan pangan kedelai, Kementerian Riset dan Teknologi (2011) telah melakukan kajian dengan analisa SWOT (*strengthen* / kekuatan, *weakness* / kelemahan, *opportunity* / peluang dan *threat* / ancaman), yang dikaitkan dengan perencanaan strategis dan analisa berdasarkan Kesimpulan Analisis Faktor Internal (KAFI) dan Kesimpulan Analisis Faktor Eksternal (KAPE). Berdasarkan kajian ini maka untuk mencapai swasembada kedelai direkomendasikan sebagai berikut : (i) Menciptakan program peningkatan produktivitas kedelai melalui upaya intensifikasi dan ekstensifikasi; (ii) Intensifikasi dilaksanakan dengan memanfaatkan teknologi yang sudah dikuasai (teknologi benih, teknologi budidaya) dan operasional prosedur standar (*Standard Operating Procedure* /SOP) pada sistem budidaya dan dengan memperhatikan luasan lahan secara ekonomis; dan (iii) Ekstensifikasi dilaksanakan dengan membuka sentra-sentra produksi khususnya di luar Jawa dengan menerapkan teknologi yang sudah dikuasai (teknologi benih, teknologi budidaya) dan SOP pada sistem budidaya dengan lahan luas yang lebih ekonomis.

Selanjutnya untuk implementasi atas rekomendasi tersebut diperlukan dukungan kebijakan pemerintah yang mencakup: (i) Kebijakan untuk menetapkan program

Intensifikasi dan Ekstensifikasi sebagai program nasional dan mendiseminasikan ke Pemda (Propinsi, Kabupaten); (ii) Kebijakan pengadaan sarana produksi (saprodi), khususnya dengan memanfaatkan benih unggul lokal yang mempunyai produktivitas tinggi; (iii) Kebijakan untuk mengembangkan sentra produksi kedelai dengan satuan luasan ekonomis (misalnya 10 hektar); (iv) Menerapkan teknologi budidaya kedelai untuk butir (ii) dan (iii) dan sekaligus dilakukan pembinaan, pembimbingan dan pengawalan; (v) Kebijakan anggaran untuk mendukung butir (i); (vi) Kebijakan untuk mendukung SDM (Petani, Penyuluh, Gapoktan, Peneliti); dan (vii) Kebijakan jaminan pasar atas produk yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian di atas, maka kegagalan swasembada untuk ketahanan pangan terutama disebabkan oleh: (i) kegagalan upaya ekstensifikasi, dimana justru jumlah lahan tanaman kedelai terlihat cenderung terus menurun; dan (ii) implementasi hasil-hasil riset bioteknologi yang belum dapat dilaksanakan untuk peningkatan produksi kedelai. Oleh karena itu, pengembangan produksi kedelai ke depan perlu mengimplementasi sistem inovasi, dimana diperlukan kerjasama yang erat antara pihak pengguna teknologi yaitu para pengusaha/ pemodal untuk bersama-sama dengan para peneliti dan para petani. Penanaman kedelai hitam varietas Mallika secara komersial yang dilaksanakan oleh peneliti di Universitas Gadjah Mada yang bekerjasama dengan pihak swasta kiranya dapat dijadikan model sistem inovasi (Astuti, dkk., 2011). Dengan model ini budidaya kedelai dikelola dengan pola kemitraan usaha dalam luasan ekonomis (*estate crop*) dengan melibatkan banyak pihak terkait (peneliti, petani, gabungan kelompok tani, penyuluh, pengusaha) dan didukung oleh sarana prasarana yang memadai.

Selanjutnya untuk dapat mengimplementasikan peningkatan produktivitas dan swasembada kedelai, maka dapat diusulkan pelaksanaannya melalui: (i) Penyusunan program kegiatan pengembangan produksi kedelai dengan tahapan aktivitas yang jelas (*roadmap*) secara realistis, sehingga program kegiatan tersebut dapat dilaksanakan; (ii) Dukungan pemerintah untuk kebijakan dalam pelaksanaan program (pada butir 1).

V. KESIMPULAN

Ketahanan pangan kedelai mempunyai peranan penting pada kehidupan bangsa Indonesia. Kedelai telah dikonsumsi sejak berabad-abad lamanya dan telah menjadi bagian dari budaya bangsa. Kedelai berperan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan gizi, khususnya sebagai sumber protein nabati, memberikan kontribusi terhadap kesehatan dan kegiatan perekonomian masyarakat.

Meskipun demikian, ketahanan pangan kedelai di Indonesia sangat rapuh, karena ketersediaan kedelai tergantung dari impor. Impor kedelai sudah dimulai sejak tahun 1974, dan impor tersebut terus meningkat sehingga pada tahun 2012 tercatat bahwa ketergantungan impor hampir mencapai 70 persen atau sekitar 1,9 juta ton.

Upaya peningkatan produksi kedelai melalui program swasembada kedelai belum dapat berhasil dilaksanakan. Ketersediaan lahan dan hasil riset di bidang bioteknologi adalah potensi utama untuk mencapai swasembada kedelai, yang pada dapat dilakukan melalui usaha intensifikasi dan ekstensifikasi khususnya dengan memanfaatkan lahan suboptimal yang mempunyai area sangat luas.

Upaya diseminasi hasil riset bioteknologi belum berhasil dengan baik, sehingga varietas unggul dan pupuk hayati yang dihasilkan belum banyak dimanfaatkan pada tingkat petani untuk tujuan peningkatan produktivitas kedelai. Oleh karena itu, implementasi sistem inovasi diharapkan dapat menjadi solusi dan hasil analisa SWOT kiranya dapat dijadikan acuan untuk peningkatan produksi kedelai menuju ketahanan pangan kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, M. 2012. Produksi kedelai di bawah target, ini alasan Menteri Pertanian. Sindonews.com., 2012.
- Astuti, M. 2012. Peran Industri Dalam Pengembangan Kedelai Lokal Untuk Mewujudkan Swasembada Kedelai 2014. Diskusi Ketahanan Pangan, Kerjasama BPPT dan MAPIPTEK, Jakarta, 7 Agustus 2012.
- Astuti, M., S. Purwanti, D. Kastono, T. Harjaka, Purwidyanto dan S. Nugroho. 2011. *Petunjuk*

Praktis Kedelai Hitam. Jakarta: Yayasan Unilever Indonesia.

- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). 2007. Hasil-hasil Penelitian Utama. (<http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/id/hasil-penelitian-utama>, diakses tanggal 27 Januari 2012).
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). 2012. Iletrisoy: Pupuk Hayati Rhizobium Sesuai Untuk Kedelai Pada Lahan Kering Masam. Balitkabi, artikel diunggah 23 Nopember 2012.
- Bioindustri Nusantara, P.T. Biobus. Izin Edar Deptan : P/636/ HAYATI/DEPTAN-PPI/ VII/2010; http://www.ptbionusa.com/p_biobus.php
- Biro Pusat Statistik (BPS). 2013. Panen, Produktivitas, dan Produksi Tanaman Kedelai Nasional. BPS, 2013.
- Bumi Lestari Sejahtera, C.V. 2007. Biokom®. Ijin Deptan: G144/ HAYATI/ Deptan-PPI/ XI/ 2007.
- Bumi Lestari Sejahtera, C.V. 2009. Ultramic®. Ijin Deptan: L321/HAYATI/ Deptan-PPI/IV/2009.
- Harry Is, M. 2012. Varietas Kedelai Hasil Litbang BATAN. Diskusi Ketahanan Pangan, Kerjasama BPPT dan MAPIPTEK, Jakarta, 7 Agustus 2012.
- Kementerian Negara Riset dan Teknologi (KNRT). 2011. *Perumusan Kebijakan Bidang Pangan: Pengembangan Iptek Pangan Untuk Substitusi Impor*. Laporan Kegiatan Program Penelitian dan Pengembangan Iptek, Staf Ahli Bidang Pangan dan Pertanian. Jakarta: Kementerian Riset dan Teknologi.
- Kementerian Pertanian. 2012. Pedoman Teknis Pengelolaan Produksi Tanaman Kedelai. Kementan, 2012.
- Lubis, K. 2005. *Pemuliaan Tanaman dan Biologi Molekuler*. Materi Pendidikan Program Studi Pemuliaan Tanaman. Medan: Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Pawiroharsono, S. 2009. The Role of *Rhizopus oligosporus* on Antioxidant Biosynthesis During Tempe Fermentation . International Symposium Microbiology, Surabaya 21-22 November 2009.
- Pawiroharsono, S. 2012. Makanan Fermentasi Tradisional dan Prospeknya Untuk Industri Maju. Kuliah Tamu, Universitas Atmajaya, Jakarta, 5 April 2012.
- Tohir, W. 2012. Swasembada Kedelai Tahun 2014, Mungkinkah? Diskusi Ketahanan Pangan, Kerjasama BPPT dan MAPIPTEK, Jakarta, 7 Agustus 2012.

Wisnubrata, A. 2010. Kedelai Superbesar Karya BATAN. *Kompas.com*, 3 September 2010.

BIODATA PENULIS :

Suyanto Pawiroharsono, dilahirkan di Yogyakarta, 17 Juni 1952 menyelesaikan S1 tahun 1977 Jurusan Botani, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, S2 tahun 1983 bidang Makanan, Nutrisi dan Obat-obatan, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Farmasi dan Biologi, Universitas Nancy I, Perancis dan S3 tahun 1986 bidang Bioteknologi: Biologi Terapan untuk Nutrisi dan Bioindustri, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Farmasi dan Biologi Universitas Nancy I, Perancis.