

**LEMBARAN FAKTA**  
**PERMOHONAN UNTUK MENDAPATKAN KELULUSAN BAGI PELEPASAN**  
**PRODUK JAGUNG TC1507 BAGI TUJUAN PEMBEKALAN ATAU TAWARAN**  
**UNTUK MEMBEKALKAN BAGI PENJUALAN ATAU MELETAKKAN DI PASARAN**

**NBB REF NO: JBK(S) 602-1/1/11**

Objektif Akta Biokeselamatan adalah untuk melindungi kesihatan manusia, tumbuh-tumbuhan dan haiwan, alam sekitar dan kepelbagaian biologi. Di bawah Akta Biokeselamatan, Lembaga Biokeselamatan Kebangsaan (LBK) sedang membuat penilaian untuk memberikan kelulusan ke atas permohonan daripada Du Pont Malaysia Sdn. Bhd.

**1. Apakah tujuan permohonan ini?**

Untuk mengimport dan melepaskan produk jagung TC1507 (jagung yang rintang terhadap serangga perosak dan toleran terhadap racun herba glufosinate-ammonium).

**2. Apakah tujuan pelepasan ini?**

Tujuan pengimportan dan pelepasan ini adalah untuk pembekalan atau tawaran untuk membekalkan bagi penjualan atau meletakkan dalam pasaran untuk kegunaan langsung sebagai makanan, makanan haiwan, dan/atau untuk pemprosesan (FFP). Jagung ini bukan untuk tujuan ditanam di Malaysia.

**3. Bagaimana jagung TC1507 diubah suai?**

Jagung TC1507 telah dibangunkan melalui pengubahsuaian genetik dengan memasukkan dua gen bakteria iaitu gen *cry1F* (diperolehi dari bakteria tanah *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* strain PS811) yang mengekspresikan protein toksin khusus terhadap serangga, *Cry1F*, dan gen *pat* (diperolehi daripada bakteria tanah *Streptomyces viridochromogenes*) yang mengekspresikan enzim phosphinothricin acetyltransferase (*PAT*), menyebabkan toleran terhadap racun herba jenis glufosinate-ammonium.

Protein *Cry1F* yang diekspreskan oleh jagung TC1507 berkesan di dalam mengawal ulat pengorek jagung Europah (*Ostrinia nubilalis*), ulat pengorek jagung southwestern (*Diatraea grandiosella*), ulat pangkas (*Agrotis ipsilon*) dan ulat ratus (*Spodoptera* sp.), iaitu serangga-serangga perosak jagung yang biasa terdapat di Amerika Syarikat yang merupakan negara asal produk ini dibangunkan.

Jagung TC 1507 ini juga toleran terhadap racun herba glufosinate-ammonium melalui ekspresi gen bakteria daripada *Streptomyces viridochromogenes*, yang mengkodifikasikan enzim, phosphinothricin acetyltransferase (PAT). Enzim ini berupaya untuk memecah-kecilkan racun herba di dalam pokok, menjadikannya ke dalam bentuk yang tidak aktif, dan ini membenarkan pokok terus hidup seperti biasa. Pengeluaran PAT di dalam pokok membenarkan pemilihan pokok-pokok GM di ladang dan juga dapat memberikan toleransi terhadap racun herba diperingkat pertanian.

#### 4. Ciri-ciri Jagung TC1507

##### (a) Butiran organisma induk

Jagung (*Zea mays* L.), bersama-sama beras dan gandum, adalah tanaman bijirin yang paling mustahak di dunia dengan jumlah pengeluaran sebanyak 844 juta tan dalam tahun 2010 (FAOSTAT Database 2010). Kebanyakan jagung ini digunakan sebagai makanan ternakan, dan juga mempunyai sejarah yang lama dalam kegunaannya sebagai makanan yang selamat bagi manusia. Jagung juga boleh diproseskan menjadi produk industri seperti 'ethyl alcohol' (melalui pemeraman), dan kanji dengan kehalusan yang tinggi (melalui penggisan basah) untuk menghasilkan produk kanji dan bahan pemanis. Tambahan kepada penggisan, 'maize germ' juga boleh diproses untuk menghasilkan minyak jagung dan pelbagai jenis produk-produk kecilan (White and Pollak 1995).

Pengeluaran jagung secara komersial telah mengharungi banyak peringkat kemajuan, terutamanya dalam 1920'an dimana varieti jagung telah dibangunkan melalui kaedah baikbaka biasa diantara progeni dua titisan-titisan sebaka (inbred lines) untuk menghasilkan varieti hibrid yang diketahui lebih baik daripada varieti-varieti yang dihasilkan daripada pendebungaan terbuka, dari segi ciri-ciri agronomiknya. Di dalam sistem pertanian sekarang, varieti hibrid jagung banyak digunakan di negara-negara membangun kerana pertumbuhan dan penghasilan yang konsisten. Dengan kehadiran ciri-ciri pengawalan-serangga dan tolerans terhadap racun herba, jagung 1507 akan dapat membekalkan pengeluar-pengeluar dengan stok yang lebih baik daripada apa yang sedia ada.

##### (b) Organisma penderma

(i) *Bacillus thuringiensis*

Punca gen *cry1F* adalah daripada bakteria biasa *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*. *Bacillus thuringiensis* adalah sekumpulan bakteria jenis gram-positif yang boleh membentuk spora. Ia mula-mula dijumpai dan diasingkan dalam tahun 1901, dan kemudian terbukti sebagai punca yang kaya dengan protein yang berupaya membunuh serangga. Kajian mendalam telah mengenal pasti pelbagai Bt protein dengan keupayaan membunuh serangga yang spesifik, termasuk daripada order coleoptera (kumbang), diptera (lalat dan nyamuk) dan lepidoptera (kupu-kupu dan rama-rama). Organisma Bt telah lama digunakan dengan selamatnya dalam bentuk semburan bagi mengawal tanaman setidak-tidaknya sudah 40 tahun (Schnepf *et al.* 1998; U.S. EPA 1996). Ia merupakan sebagai alternatif yang berguna atau dapat membantu di dalam penggunaan racun kimia sintetik, penggunaan racun perosak pertanian secara komersial, terutamanya di dalam industri ladang organik, dan di dalam pengurusan hutan. Beberapa varieti *B. thuringiensis* telah digunakan sebagai racun serangga mikrobial sejak 1938 (Merritt 1998). Subspesis *aizawai* pula telah dikomersiakan untuk kegunaan pengawalan larva ulat lilin (wax moth) dan pelbagai lagi jenis ulat, terutamanya ulat daun kubis (diamond back moth) (Cornell University 1996).

(ii) *Streptomyces viridochromogenes*

Gen *pat* diperolehi daripada bakteria tanah biasa *Streptomyces viridochromogenes*. Bakteria ini mengeluarkan tripeptide L-phosphinothricyl-L-alanyl-alanine (L-PPT), yang kemudiannya dibangunkan oleh Hoechst AG sebagai racun herba jenis tidak selektif. Sejak lebih dari sedekad yang lalu, gen *pat* telah dimasukkan ke dalam beberapa tanaman makanan yang telah diubahsuaikan secara genetik untuk mendapatkan toleran terhadap PPT dan juga racun sintetik, glufosinate-ammonium.

(iii) *Cauliflower mosaic virus*

Promoter 35S dan jujukan transkripsi penamatan (transcription termination sequences) yang digunakan di dalam 'genetic construct' diperolehi daripada 'cauliflower mosaic virus' (CaMV), virus DNA tanaman yang hosnya terbatas kepada tanaman 'cruciferous' (ICTV Database 1998) yang biasa digunakan sebagai makanan. Jujukan DNA yang berasal daripada virus ini tidak mempunyai ciri-ciri patologi, selain

daripada kaitannya dengan spesies tanaman yang disasarkan (USDA 1995).

(iv) *Agrobacterium tumefaciens*

*Agrobacterium tumefaciens* adalah bakteria gram-negatif yang tidak membentuk spora, berbentuk membujur panjang dan biasa terdapat di tanah. Ia berkaitan rapat dengan bakteria tanah yang lain dan terbabit dengan pengikatan nitrogen (nitrogen-fixation) oleh tanaman tertentu. *Agrobacterium* secara semulajadinya mengandungi 'plasmid' (plasmid *Ti*) dengan keupayaan memasuki sel tanaman dan menyelitkan sebahagian genomnya ke dalam kromosom tanaman tersebut. Pada kebiasaannya *Agrobacterium* merupakan patogen yang boleh mecacatkan pembentukan akar terutamanya kepada 'sugar beets', 'pome fruit' dan 'viniculture crops'. Walau bagaimanapun, penyesuaian proses semula jadi ini telah menghasilkan keupayaan mengubahkan sebahagian besar spesies tanaman tanpa menyebabkan kesan buruk kepada tanaman perumah tersebut.

**(c) Keterangan tentang sifat dan ciri-ciri yang telah diperkenalkan atau diubah suai**

(i) Rumusan tentang Unsur Genetik yang Diperkenalkan

Jagung TC1507 telah dihasilkan dengan transformasi embrionik sel-sel jagung Hi-II, menggunakan kaedah pemecutan partikel (particle acceleration). Segmen DNA lurus yang ditulinkan mengandungi jujukan kod *cry1F* dan *pat*, bersama-sama dengan elemen-elemen pengawalan penting (essential regulatory elements) telah digunakan untuk proses pengubahsuaian. Segmen DNA 6235 bp telah dihasilkan daripada plasmid PHP8999 dan mengandungi hanya gen-gen yang diperlukan. Tiada plasmid DNA lain yang digunakan di dalam pengubahsuaian ini.

(ii) *cry1F* gene

Jujukan gen bakteria *cry1F* telah ditunjukkan dapat memberikan perlindungan yang tinggi terhadap serangga-serangga perosak tertentu, apabila ianya diekspreskan di dalam tanaman. Gen ini mengekod salah satu daripada beberapa protein Bt yang berupaya membunuh serangga, Cry1F, dan khususnya menghalang ulat pengorek jagung

Europah (ECB), pengorek jagung southwestern, ulat pangkas dan ulat ratus.

(iii) *pat gene*

Ketahanan atau toleran terhadap racun herba phosphinothricin (glufosinate-ammonium) telah dimasukkan ke dalam banyak varieti sepsis tanaman menggunakan teknik molekular dengan menyelitkan sepasang gen *pat* yang membolehkan pokok mengeluarkan enzim PAT. Pengekspresan PAT di dalam sel tanaman menghalang aktiviti L-PPT dan seterusnya memberikan toleransi terhadap racun herba (OECD 1999).

(iv) Fungsi dan pengawalan gen baharu (novel genes)

Segmen PH18999A yang lurus dan ditulenkan, telah digunakan di dalam transformasi ini. Segmen DNA 6235 bp yang mengandungi dua kaset gen yang bersebelahan bagi mengekspresikan dua protein baharu, Cry1F dan PAT. Gen *cry1F* dikawal oleh 'ubiquitin promoter' [ubiZM1(2)] daripada jagung, dan 3' elemen pengawalan yang dihasilkan dari *Agrobacterium tumefaciens* (ORF25PolyA). Gen *pat* dikawal oleh 35S promoter dan juga '35S transcription terminator', kedua-duanya dari 'Cauliflower Mosaic Virus' (CaMV). DNA yang diselitkan tidak mengandungi gen ketahanan terhadap antibiotik atau jujukan replikasi yang berasal dari bakteria.

**(d) Keselamatan protein yang diekspresikan**

Kajian-kajian keracunan mamalia menggunakan bahan Btk dan PAT tidak menunjukkan sebarang kesan yang bahaya. Jujukan asid amino daripada protein Btk yang dipendekkan dan diekspresikan dalam jagung TC1507 didapati berkaitan rapat dengan jujukan pada protein yang sama yang terdapat di jenis-jenis *B. thuringiensis* yang telah digunakan di dalam racun-raun serangga organik yang dikomersialkan. Analisis jujukan asid amino protein Btk dan PAT yang diselitkan tidak menunjukkan kesamaan dengan mana-mana protein racun mamalia yang diketahui, maka ia tidak membawa risiko terhadap keracunan manusia. Protein pendek Btk dan PAT yang diekspresikan di dalam jagung TC1507 tidak mempunyai ciri-ciri protein yang menyebabkan alahan. Tidak terdapat mana-mana bahagian di kedua-dua protein yang diperkenalkan ini yang jujukannya sama dengan jujukan protein yang diketahui boleh menyebabkan alahan. Tidak seperti protein yang boleh

menyebabkan alahan, kedua-dua protein ini dihancurkan dengan cepat oleh asid dan/atau hidrolisis enzim apabila didedahkan kepada cecair gastrik. Protein Btk dan PAT tidak berkemungkinan langsung menyebabkan alahan.

## 5. Penilaian Risiko Kesihatan Manusia

Setakat ini tiada bahaya yang signifikan terhadap kesihatan yang dapat dikaitkan dengan produk ini. Kesan-kesan kesihatan yang dikaitkan dengan produk ini atau pun kepada pendedahan habuknya adalah sepertimana yang di bawah ini.

### (a) Maklumat Toksikologi

Tidak ada apa-apa bahaya yang dapat dikaitkan dengan produk ini. Ia tidak diketahui boleh menyebabkan pemekaan alahan. Kajian telah menunjukkan tidak ada ketoksikan kepada mamalia. Tambahan pula, tidak ada jujukan asid amino yang sama dengan racun mamalia yang diketahui.

### (b) Kekarsinogenan

Produk ini tidak mengandungi sebarang bahan yang dianggap oleh 'US Occupational Safety and Health Administration' (OSHA), 'National Toxicology Program' (NTP), atau 'International Agency for Research on Cancer' (IARC) yang berkemungkinan atau disyaki boleh menyebabkan kanser kepada manusia.

### (c) Kepatogenan

*Bacillus thuringiensis var kurstaki* tidak diketahui mempunyai kepatogenan atau boleh menyebabkan alahan kepada manusia, binatang atau organisma-organisma yang bukan sasaran.

## 6. Penilaian Risiko Terhadap Alam Sekitar

### (a) Penilaian Alam Sekitar

Permohonan ini tidak merangkumi pelepasan ke alam sekitar. Pelepasan ini hanya bertujuan untuk mengimport produk jagung TC1507 dari negara-negara di mana jagung ini sudah diluluskan dan ditanam secara komersial, dan akan memasuki Malaysia sebagai bahan makanan, bahan makanan ternakan atau untuk tujuan pemprosesan makanan selanjutnya (FFP).

### (b) Komposisi Pemakanan (Analisis Komposisi)

Analisis kandungan bijirin, protein, minyak, kanji dan fiber titisan-titisan bagi jagung TC 1507 menunjukkan kandungan yang sama seperti jagung yang

tidak diubahsuai. Analisis proximate (protein, lemak, fiber dan kanji) terhadap titisan jagung yang rintang terhadap serangga memberikan nilai-nilai yang di dalam julat yang diterbitkan bagi kultivar-kultivar jagung tradisi. Di bawah keadaan agronomik yang sama, analisis nutrien (tahap protein, kalsium, magnesium, fosforus dan kalium) daripada jagung TC1507 dan daripada jagung biasa tidak menunjukkan sebarang perbezaan yang signifikan.

**(c) Faktor-faktor Anti-pemakanan**

Sedikit sekali anti-nutrien dilaporkan terdapat di dalam jagung yang tiada kaitan dengan kegunaannya sebagai makanan. Dari segi kegunaan jagung sebagai makanan ternakan, asid 'phytic' mengurangkan ketersediaan fosforus, terutamanya di dalam binatang mono-gastrik. Tiada faktor-faktor toksik atau anti-nutrien yang ada di dalam jagung yang memerlukan pengawalan melalui spesifikasi. Melalui penghalang trypsin, asid phytic, dan metabolit sekunder seperti raffinose, asid ferulic dan asid p-coumaric adalah anti-nutrien di dalam jagung, walaupun kandungannya sangat kecil dan di bawah tahap yang dianggap perlu dinaikkan bagi keselamatan makanan.

Jumlah anti-nutrien yang ada di jagung TC 1507 jatuh di dalam julat di antara yang terdapat di jagung yang bukan transgenik. Keputusan daripada kajian sebagai makanan haiwan telah menunjukkan keputusan yang sama di antara binatang yang diberi makan dengan jagung TC1507 dan binatang yang diberikan makan jagung biasa. Kajian makanan dengan lembu pula, mendapati tiada kesan terhadap pengambilan bahan kering (dry matter), pengeluaran susu, kandungan susu atau beberapa parameter rumen berkaitan dengan penggunaan makanan. Begitu juga dengan pengamatan yang dilakukan terhadap ayam penelur mendapati tiada perbezaan yang signifikan terhadap pengambilan makanan, berat badan, pengeluaran telur dan berat telur.

**7. Apakah Pelan Gerak Balas Kecemasan?**

Gerak balas kecemasan dianggap tidak perlu bagi jagung TC1507 yang telah dibuktikan sama seperti jagung biasa yang tidak diubahsuai. Produk jagung TC1507 dan produk makanan dan makanan haiwan yang dihasilkan daripadanya telah dinilai sebagai selamat sepertimana jagung biasa yang bukan GM, dan tiada bukti yang menunjukkan kesan buruknya sejak ia dikomersialkan pada tahun 2003. Sekiranya kesan buruk dilaporkan dan disahkan, tindakan susulan akan diambil bagi menyasat dan tindakan yang sesuai akan diambil.

**(a) Langkah-langkah Pertolongan Cemas**

Tiada langkah-langkah pertolongan cemas yang spesifik diperlukan bagi pendedahan kepada produk ini.

**(b) Langkah-langkah Menangani Pelepasan Tidak Disengajakan**

Tiada langkah-langkah spesifik diperlukan terhadap pelepasan yang tidak disengajakan. Biji benih yang tertumpah perlu disapu, dipungut atau divakum dengan cara yang mengelakkan pengeluaran debu dan bahaya yang berkaitan dengan debu.

**(c) Pengendalian dan Penyimpanan**

Berdasarkan kepada pelbagai ujian dan penilaian yang komprehensif, jagung TC1507 telah dibuktikan selamat kepada manusia, binatang, organisma bukan sasaran dan serangga berguna, dan bijirin serta makanan ternakan TC1507 didapati selamat dan juga berkhasiat sepertimana varieti-varieti jagung konvensional. Jagung TC1507 telah mendapat kelulusan penuh sebagai makanan, makanan ternakan dan terhadap alam sekitar oleh Argentina, Brazil, Kanada, Colombia, Honduras, Jepun dan Amerika Syarikat. Tambahan pula, ia telah diluluskan untuk pengimportan oleh badan-badan penguatkuasaan di Australia/New Zealand, China, Kesatuan Eropah, Korea, Mexico, Filipina, Singapura, Africa Selatan, Taiwan dan Uruguay. Agensi-agensi penguatkuasaan ini memutuskan bahawa jagung TC1507 tidak memberikan sebarang risiko terhadap kesihatan manusia dan binatang dan tiada bezanya dari segi material daripada jagung konvensional yang terdapat di pasaran. Berdasarkan ini, maka penyimpanan dan pengendalian jagung TC1507 tidak akan berbeza dengan jagung konvensional dan yang bukan transgenik.

**(d) Pertimbangan Pelupusan**

Tindakan untuk pelupusan sisa dan rawatan jagung TC1507 tidak ada bezanya dengan cara untuk jagung konvensional dan bukan transgenik. Pelupusan mestilah mengikut peraturan yang telah ditetapkan oleh peraturan tempatan, negeri dan persekutuan.

**8. Bagaimanakah saya boleh memberikan ulasan tentang permohonan ini?**

Mana-mana orang awam boleh membuat ulasan atau mengemukakan pertanyaan terhadap maklumat yang dihebahkan kepada orang awam yang berkaitan dengan sesuatu permohonan. Sebelum mengemukakan ulasan atau pertanyaan, seseorang haruslah meneliti maklumat yang dibekalkan tentang permohonan tersebut. Ulasan dan pertanyaan anda tentang kemungkinan kesan/risiko ke atas



kesihatan dan keselamatan manusia dan alam sekitar yang mungkin disebabkan oleh pelepasan tersebut adalah amat dihargai. Ulasan/pertanyaan yang dikemukakan mestilah disediakan dengan teliti kerana ia akan diberi penekanan yang sama seperti dengan permohonan oleh Lembaga Biokeselamatan Kebangsaan (LBK). Walaupun ulasan/pertanyaan tidak berasaskan kepada sains dan sebaliknya menumpu kepada kebudayaan atau nilai-nilai lain, ia masih perlu disediakan dalam bentuk hujah yang munasabah.

Sila beri perhatian bahawa tempoh konsultasi akan berakhir pada \_\_\_\_\_ dan pandangan/ulasan bertulis perlu dikemukakan sebelum atau pada tarikh tersebut. Segala pandangan/ulasan hendaklah dialamatkan kepada:

Ketua Pengarah  
Jabatan Biokeselamatan  
Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar  
Aras 1, Podium 2, Wisma Sumber Asli  
No. 25, Persiaran Perdana, Presint 4  
62574 Putrajaya, MALAYSIA  
E-mel: [biosafety@nre.gov.my](mailto:biosafety@nre.gov.my)  
No. Faks. : 03-88904935.

Sila nyatakan nama penuh, alamat dan butiran maklumat untuk dihubungi bersama-sama pandangan/ulasan yang dikemukakan.