

Aplikasi bioteknologi dalam penyelidikan ternakan di MARDI

(Biotechnological applications in livestock research at MARDI)

Ainu Husna M S Suhaimi, Amie Marini Abu Bakar,
Habsah Bidin dan Marini Ahmad Marzuki

Pendahuluan

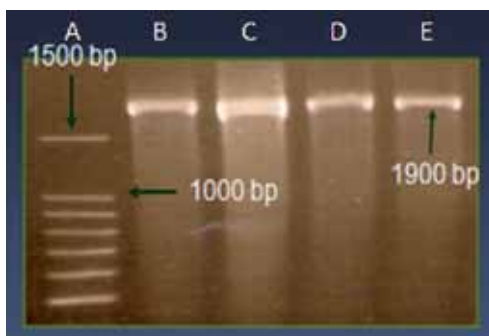
Bioteknologi berasal daripada dua perkataan iaitu 'biologi' dan 'teknologi' dan merupakan satu bidang aplikasi biologi yang sangat luas. Konvensyen diversiti biologi Bangsa-bangsa Bersatu telah mendefinisikan bioteknologi sebagai aplikasi teknologi yang menggunakan sistem biologi, organisma hidup atau apa-apa yang terbit daripadanya untuk menghasilkan atau mengubah produk dan proses untuk kegunaan yang tertentu. Aplikasi bioteknologi meliputi pelbagai bidang termasuk perubatan, pertanian, perindustrian dan alam sekitar. Dalam bidang penternakan, bioteknologi boleh diaplikasikan untuk menambah baik pelbagai aspek seperti pembiakbakaan, genetik, pembiakan, pemakanan, pengeluaran dan kesihatan. Penyelidikan ternakan yang menggunakan kaedah bioteknologi berpotensi untuk meningkatkan produksi dan kualiti ternakan. Terdapat tiga aplikasi bioteknologi yang digunakan dalam penyelidikan ternakan iaitu penggunaan penanda molekul dalam pembiakbakaan, bioteknologi reproduktif dan peningkatan kualiti makanan ternakan.

Penggunaan penanda molekul dalam pembiakbakaan

Salah satu bidang aplikasi bioteknologi yang sedang giat dikaji adalah peningkatan genetik ternakan dengan menggunakan penanda molekul. Semenjak dahulu lagi, penternak menginginkan ternakan yang mempunyai kualiti yang tinggi. Oleh itu, program pembiakbakaan ternakan dijalankan untuk memilih ternakan yang terbaik untuk dibiakkan. Walau bagaimanapun, proses untuk memilih ternakan yang berkualiti mengambil masa yang agak lama kerana tempoh gestasi kambing dan lembu, masing-masing adalah lebih kurang 150 hari dan 285 hari. Tambahan pula, ciri-ciri pengeluaran yang dikehendaki seperti kesuburan yang baik dan kadar pertumbuhan yang tinggi cuma boleh ditentukan dengan jelas setelah ternakan tersebut mencapai peringkat matang. Penanda molekul boleh digunakan supaya proses pembiakbakaan dapat dipercepatkan kerana ia boleh mengenal pasti ciri-ciri yang dikehendaki ketika ternakan masih kecil lagi. Ini sekali gus akan menjimatkan masa dan kos pengeluaran ternakan tersebut.

Penanda molekul merupakan satu bahagian genom, gen atau loci trait kuantitatif (qtl) di mana qtl adalah beberapa bahagian genom yang mempengaruhi sesuatu trait. Dua penanda molekul berpotensi sedang dibangunkan di MARDI untuk pemilihan ciri-ciri yang sesuai pada ternakan. Penanda jenis pertama digunakan untuk mengenal pasti trait pengeluaran ternakan yang berkualiti. Satu contoh penanda molekul ini ialah gen alfa-kasein yang digunakan untuk mengenal pasti kambing tempatan yang mempunyai kualiti susu yang baik. Kehadiran gen alfa-kasein yang mempunyai alel A, B dan C dikaitkan dengan kualiti susu yang baik berbanding dengan alel D dan E. Dalam kajian ini, kekerapan alel gen alfa-kasein telah dikaji dalam populasi kambing di Malaysia seperti Katjang, Jamnapari, Boer dan kacukan Boer. Kajian ini mendapati kesemua baka kambing tersebut mempunyai alel A, B, C dan baka kambing Katjang mempunyai kekerapan alel A yang tertinggi diikuti oleh baka Jamnapari (*Jadual 1* dan *Gambar 1*). Berdasarkan hasil kajian ini, populasi kambing yang dikaji mempunyai kualiti susu yang tinggi dan berpotensi untuk membesarkan anak-anaknya dengan baik.

Penanda molekul jenis kedua pula berupaya untuk mengenal pasti jarak genetik antara ternakan individu supaya keturunan baka ternakan dapat dicirikan. Satu contoh kajian yang telah dijalankan di MARDI adalah dengan menggunakan DNA mitokondria. Penanda ini telah digunakan untuk mengenal pasti jarak genetik baka lembu yang terdapat di Malaysia. Kedua-dua jenis penanda molekul ini boleh diaplikasikan dalam pembiakbakaan untuk menghasilkan ternakan yang mempunyai ciri-ciri yang dikehendaki seperti lebih subur atau mempunyai kadar pertumbuhan yang tinggi. Penanda molekul boleh digunakan dalam program pemilihan dibantu penanda (Marker-Assisted Selection) untuk memilih ternakan yang mempunyai trait yang diinginkan seperti



Gambar 1. Kehadiran alel gen alfa-kasein A yang bersaiz 1900 pasangan bes (bp) dalam kambing tempatan. A: Penanda saiz DNA 100bp, B: Kambing Katjang, C: Kambing Jamnapari, D: Kambing Boer dan E: Kambing Kacukan Boer

Jadual 1. Kekerapan alel gen alfa-kasein dalam populasi kambing di Malaysia

Baka	N*	Alel gen alfa-kasein						Ketidakhadiran alel
		A	B	C	D	E	F	
Boer	24	0.15	0.10	0.71	–	–	0.04	–
Kacukan Boer	39	0.22	–	0.68	–	–	0.03	0.08
Katjang	9	0.61	0.11	0.17	–	–	–	0.11
Jamnapari	41	0.51	0.10	0.28	–	–	0.10	0.01

*N = saiz sampel

kualiti daging, kualiti susu dan kesuburan yang baik. Penanda molekul yang menentukan jarak genetik pula boleh digunakan untuk menghasilkan ternakan yang lebih berkualiti dengan membiakkan ternakan yang mempunyai jarak genetik yang lebih jauh. Ini akan mengurangkan kadar pembiakbakaan dalam (*inbreeding*) dan boleh diaplikasikan untuk memastikan baka tidak pupus.

Walaupun potensi penggunaan penanda molekul dalam pembiakbakaan ternakan tidak dapat dinafikan, namun di Malaysia, aplikasinya di ladang masih belum berjaya dilakukan. Terdapat cabaran yang perlu diatasi termasuk ketiadaan pembiakbakaan ternakan yang berstruktur dan penanda yang dikenal pasti mungkin tidak efektif selepas beberapa generasi. Walau bagaimanapun, pembangunan penanda molekul masih perlu terus diusahakan untuk diaplikasi pada masa hadapan.

Bioteknologi reproduktif

Bioteknologi reproduktif pula adalah salah satu aplikasi bidang bioteknologi pada ternakan yang sedang giat dikaji dan dijalankan di seluruh dunia termasuk Malaysia. Terdapat banyak teknik bioteknologi reproduktif yang sedang dikaji ataupun telah diguna pakai dalam penternakan. Teknik ini boleh dibahagikan kepada dua, iaitu teknik reproduktif jantan atau reproduktif betina.

Pengumpulan semen dan pemanian beradas (AI) ialah dua bioteknologi reproduktif jantan yang paling banyak diaplikasikan di Malaysia. Semen daripada pejantan berkualiti dikumpul dengan menggunakan vagina tiruan atau elektroejakulator, dinilai kualiti dan kuantitinya sebelum dikrioawet di dalam cecair nitrogen pada suhu $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Semen yang telah dikrioawet boleh disimpan sebagai koleksi tabung gen ataupun digunakan untuk proses AI. Proses AI adalah satu teknik apabila semen dimasukkan oleh juruteknik AI atau penternak sendiri ke dalam faraj melepasi serviks lembu betina untuk mensenyawakan oosit di dalam tiub fallopio.

AI membolehkan lebih banyak sel reproduktif jantan yang berkualiti diagih untuk mensenyawakan induk betina di merata dunia sekali gus membantu mempercepatkan kadar pertumbuhan ternakan berkualiti. Selain itu, AI juga dapat menjimatkan kos pengimportan dan penyelenggaraan ternakan pejantan hidup yang berkualiti kerana dengan penggunaan AI, penternak hanya perlu membeli semen terkrioawet untuk tujuan pembiakan induknya. Walaupun teknik AI mempunyai banyak kelebihan, namun untuk mencapai kadar kejayaan konsepsi yang tinggi, penternak perlu menggunakan semen yang berkualiti selain induk betina yang benar-benar berada dalam keadaan galak serta bersedia untuk menerima semen.

Salah satu kemajuan daripada teknik pengumpulan semen dan proses AI ialah teknologi penseksan sperma. Teknologi

penseksan sperma telah dibangunkan supaya jantina ternakan boleh ditentukan sebelum persenyawaan dan kelahirannya. Ini kerana industri ternakan terutamanya lembu pedaging dan tenusu mempunyai objektif yang berbeza. Contohnya, penternak lembu tenusu sudah pasti menginginkan lebih banyak lembu dara pengganti untuk menghasilkan lebih banyak susu berbanding dengan penternak lembu pedaging yang mahukan lebih banyak lembu jantan untuk disembelih bagi menghasilkan daging.

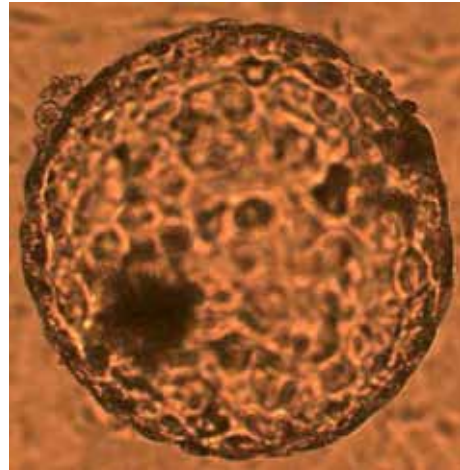
Terdapat pelbagai teknik penseksan sperma yang telah dibangunkan termasuk teknik yang berasaskan imunologi dan kepantasan sperma berenang. Walau bagaimanapun, teknik terkini yang menjadi pilihan adalah teknik yang menggunakan alat sitometer aliran (*flow cytometer*) yang boleh mengasingkan sperma berkromosom X dan Y berdasarkan perbezaan kandungan asid deoksiribonukleik (DNA). Kandungan DNA spermatozoa berkromosom X ialah 2.8 – 3.6% lebih tinggi berbanding dengan kandungan DNA spermatozoa berkromosom Y. Di Malaysia, penseksan sperma masih di tahap penyelidikan, tetapi semen yang ditentu seks boleh didapati daripada beberapa syarikat luar negara termasuk syarikat Inimexs Genetics Ltd. United Kingdom.

Bioteknologi reproduktif betina pula boleh dibahagikan kepada teknik *in vivo* dan *in vitro*. Tujuan bioteknologi reproduktif betina adalah untuk menghasil dan membiakkan lebih banyak gamet betina yang berkualiti. Teknik ovulasi berganda dan pemindahan embrio (MOET) boleh diaplikasi untuk menghasilkan lebih banyak embrio daripada lembu betina yang berkualiti. Dalam teknik ini, hormon digunakan untuk mengaruh lebih banyak folikel yang akan membangun dan bersedia untuk proses ovulasi supaya apabila proses AI dilakukan, lebih banyak embrio boleh dihasilkan. Embrio tersebut akan dikumpul dan dipindahkan ke dalam lembu betina lain sebagai induk penerima, melalui proses pembangunan dan akhirnya kelahiran anak lembu. Dengan teknik ovulasi berganda, purata sebanyak 7 embrio biri-biri yang viabel boleh dikumpul pada satu-satu pusingan aruhan. Bilangan embrio viabel yang diperolehi daripada prosedur aruhan ini adalah lebih tinggi daripada pengawanan secara semula jadi.

Teknik *in vitro* pula mempunyai pendekatan yang berbeza. Telur atau oosit daripada ternakan dituai daripada ovari, dimatangkan dan kemudian disenyawakan di dalam makmal sebelum dipindahkan ke dalam lembu betina penerima untuk tujuan pembangunan embrio dan kelahiran anak. Secara teorinya, beratus-ratus embrio boleh dihasilkan daripada seekor induk betina penderma atau ovari daripada pusat sembelihan ternakan. Oleh itu, potensi penghasilan embrio dengan teknik *in vitro* adalah jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan penderma yang diaruh ovulasinya.

Kejayaan teknik *in vitro* bergantung kepada kemajuan setiap langkah dalam teknologi tersebut. Oleh yang demikian, teknik yang mantap dan kukuh perlu dibangunkan bagi memastikan kejayaan kaedah ini di Malaysia.

Perkembangan embrio *in vitro* dipengaruhi terutamanya oleh keadaan pengkulturan iaitu semasa pematangan oosit secara *in vitro* (IVM), persenyawaan secara *in vitro* (IVF) ataupun semasa pengkulturan embrio secara *in vitro* (IVC) (Gambar 2). Pelbagai cara telah dilakukan untuk mengoptimumkan kaedah pengkulturan yang efektif bagi menampung perkembangan embrio secara *in vitro*. Pada ternakan lembu, penambahan sebatian thiol yang rendah berat molekulnya seperti Beta-mercaptoethanol (B-ME) atau cysteamine boleh meningkatkan kualiti dan perkembangan embrio sekiranya ditambah ke dalam medium pematangan semasa IVM. Keputusan kajian di MARDI telah menunjukkan kadar pembentukan blastosista daripada oosit gred A dan B akan meningkat secara signifikan masing-masing kepada 33% dan 26%, dan 37% dan 22%, apabila medium pematangan ditambah B-ME dan cysteamine jika dibandingkan dengan kumpulan kawalan (Kumpulan A = 19% dan B = 15%). Manipulasi keadaan pengkulturan dengan penambahan sebatian thiol boleh digunakan bagi meningkatkan kadar penghasilan embrio viabel. Gabungan kaedah ini dengan pemindahan embrio (ET) mampu mempercepatkan selang generasi ternakan melalui proses pemilihan.



Gambar 2. Embrio pada peringkat blastosis tetras yang dihasilkan daripada proses perkembangan, persenyawaan dan pengkulturan *in vitro* (IVMFC)

Peningkatan makanan ternakan melalui bioteknologi

Makanan ternakan ialah komponen yang sangat penting dalam pengeluaran ternakan. Keperluan pemakanan berkhasiat yang mencukupi merupakan satu daripada prasyarat penting bagi pertumbuhan dan kesuburan ternakan yang tinggi. Di Malaysia, walaupun pelbagai sumber boleh dijadikan bahan makanan ternakan ruminan dan bukan ruminan, namun ia masih memerlukan penambahbaikan dari segi kandungan nutrien dan ketercernaannya. Pendekatan bioteknologi boleh diambil untuk membantu meningkatkan kualiti makanan ternakan tempatan. Pendekatan pertama adalah dengan menghasilkan bahan tambahan yang boleh menambah nilai nutrien makanan ternakan. Terdapat pelbagai bahan tambahan makanan ternakan yang boleh dihasilkan oleh pelbagai mikroba melalui satu proses bioteknologi yang dinamakan fermentasi atau penapaian. Fermentasi adalah satu proses apabila mikroba

seperti kulat dan bakteria boleh dibiakkan bersama bahan makanan atau substrat dan hasilnya, kualiti substrat itu akan dapat ditambah baik. Dua proses fermentasi yang sering digunakan untuk menambah baik makanan ternakan adalah fermentasi substrat pepejal dan fermentasi terampai.

Fermentasi hampas isirung kelapa sawit (HIKS) dengan kulat *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kandungan protein serta merendahkan kandungan seratnya supaya sesuai digunakan sebagai makanan poltri. Nilai pemakanan HIKS boleh ditingkatkan dengan menggunakan kaedah fermentasi substrat pepejal oleh kulat *A. niger*. Hasil analisis kimia dan proksimat HIKS dan hampas isirung kelapa sawit terfermentasi (HIKSt) ditunjukkan seperti dalam *Jadual 2* dan *Gambar 3*. Peningkatan nilai protein kasar HIKSt adalah signifikan (24.7%) berbanding dengan nilai protein kasar HIKS yang tidak difermentasi (17.5%). Pengurangan kandungan serabut dalam HIKSt juga adalah signifikan berbanding dengan HIKS iaitu sebanyak 28.7% bagi nilai NDF, 11.0% bagi ADF, 17.7% bagi hemiselulosa dan 12.9% bagi selulosa. Peningkatan beberapa jenis enzim ekstrasel seperti mannanase,

Jadual 2. Komposisi proksimat HIKS dan HIKSt (berdasarkan jisim kering sampel)

Kandungan nutrien	HIKS (%)	HIKSt (%)
Protein kasar	17.5	24.7
Kandungan abu	4.1	5.8
Lemak kasar	10.7	4.1
Kandungan air	5.2	8.8
Jisim kering	94.8	91.2
Serabut kasar	16.8	14.5
Serabut detergen neutral (NDF)	79.0	50.3
Serabut detergen asid (ADF)	46.8	35.8
Lignin detergen asid (ADL)	12.4	14.3
Ekstrak bebas nitrogen (NFE)	45.9	42.2
Hemiselulosa	32.2	14.5
Selulosa	34.4	21.5
Tenaga kasar (kcal/kg)	4884	4759

HIKS = hampas isirung kelapa sawit

HIKSt = hampas isirung kelapa sawit terfermentasi



Gambar 3. Hampas isirung kelapa sawit terfermentasi (HIKSt). (a) HIKS sebelum difermentasi, (b) Proses fermentasi yang menggunakan sistem dulang pada suhu 30 °C, (c) HIKSt selepas 48 jam fermentasi

selulase dan xilanase dalam HIKSt turut mempengaruhi peningkatan nilai protein dalam bahan terfermentasi.

Selain HIKS, kajian untuk meningkatkan kandungan asid amino dalam efluen kilang kelapa sawit (POME) juga sedang dijalankan melalui proses fermentasi. Kajian mendapati POME terfermentasi berpotensi menggantikan salah satu bahan berprotein tinggi dalam formulasi makanan ternakan. Proses fermentasi juga mempunyai pelbagai kelebihan lain termasuk menghasilkan produk yang baru. Sebagai contoh, mikrob boleh dibiakkan untuk menghasilkan enzim pencernaan seperti xilanase dan mannanase untuk diaplikasikan kepada bahan makanan yang lain. Hasil fermentasi yang lain termasuklah bahan prebiotik, probiotik dan bahan tambah imun.

Selain proses fermentasi, penambahbaikan makanan ternakan dengan penghasilan tumbuhan dan mikrob transgenik boleh diperoleh dengan mengaplikasi teknologi rekombinan DNA. Mikroorganisma yang telah diubah kandungan DNA dapat membantu dalam menghasilkan makanan ternakan yang lebih berkualiti. Sebagai contoh, terdapat kacang soya yang telah diubah kandungan genetiknya untuk mengandungi lebih tinggi kandungan asid amino seperti metionina dan sistina, dan juga asid oleik dan isoflavones untuk menambah baik kualiti ternakan serta khasiat dagingnya yang lebih tinggi. Mikrob rumen juga boleh diubah kandungan genetiknya untuk membantu ternakan ruminan memperbaiki pemakanan, pembangunan perut dan juga kesihatan ternakan dengan penghasilan enzim, kandungan prebiotik, hormon dan imuno perangsang. Walaupun dapat membantu dalam peningkatan kualiti makanan ternakan, penggunaan organisma transgenik masih belum dapat diterima oleh masyarakat umum. Mungkin buat masa ini, peningkatan kualiti makanan ternakan melalui proses fermentasi adalah lebih sesuai dan memerlukan kajian yang berkesan dijalankan.

Kesimpulan

Kepentingan bioteknologi dalam industri ternakan ruminan dan bukan ruminan tidak dapat dinafikan. Dengan bertambahnya permintaan bagi hasil ternakan serta kurangnya sumber makanan dunia, sudah pasti peranan bioteknologi akan terus bertambah pada masa hadapan. Walaupun kebaikan dan potensinya diiktiraf, kebaikan aplikasi bioteknologi dalam industri ternakan di Malaysia perlu dikaji sebelum dilaksanakan sepenuhnya. Untuk tujuan pembiakbakaan dan pembiakan, negara kita masih perlu memperbaiki program pembiakbakaan dan infrastruktur di ladang sebelum bioteknologi dapat diaplikasikan dengan lebih berkesan. Masa hadapan aplikasi bioteknologi dalam penambahbaikan makanan ternakan adalah lebih cerah kerana

ia lebih mudah untuk dilakukan. Namun, penyelidikan berdasarkan bioteknologi masih perlu diteruskan dengan acuan Malaysia untuk memastikan industri ternakan tempatan akan lebih maju dan mampu berdaya saing pada masa hadapan.

Bibliografi

- Anon. (2004). Draft Guidance Document for the Risk Assessment of Genetically Modified Plants and Derived Food and Feed. Scientific Panel on genetically Modified Organisms, European Food Safety Authority (EFSA), Brussels
- (2005). Biotechnology for wealth creation and social well-being. Ministry of Science, Technology and Innovation
- (2006). Dasar Pengeluaran Daging Lembu Negara, Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia
- (2008). Buku Kecil Perangkaan Ternakan 2007/2008. Jabatan Perkhidmatan Veterinar Malaysia
- Amie Marini, A.B., Abdul Rashid, B., Musaddin, K. dan Zawawi, I. (2011). α_{s1} -Casein gene polymorphism in Katjang, Jamnapari, Boer and Boer-feral goats in Malaysia. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 37(19): 63 – 68
- Aslinda, K., Wan Somarny, W.M.Z., Mat Tasol, S., Jasmi, Y., Musaddin, K. dan Johari, J.A. (2011). Genetic Diversity an phylogenetic relationship of three cattle breeds by mitochondrial ND5 partial sequences. *Malay. J. Anim. Sci.* 14: 7 – 12
- Babar, M.E., Ali, A., Nadeem, A. dan Jabeen, R. (2009). Potential and scope of marker assisted selection for buffalo in Pakistan. *Pak. J. Zool. Suppl.* 9: 435 – 440
- Blecher, S.R., Howie, R., Li, S., Detmar, J. dan Blahut, L.M. (1999). A new approach to immunological sexing of sperm. *Theriogenology.* 52(8): 1309 – 1321
- Bonneau, M. dan Laarveld, B. (1999). Biotechnology in animal nutrition, physiology and health. *Livest. Prod. Sci.* 59: 223 – 241
- Chang, H. (1996). Genetic engineering to enhance microbial interference and related therapeutic applications. *Nat. Biotechnol.* 14: 444 – 447
- Dekkerd, J.C.M. (2004). Commercial application of marker and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. *J. Anim. Sci.* 82 (E.Suppl): E313 – E328
- Garner, D.L. (2006). Flow cytometric sexing of mammalian sperm. *Theriogenology.* 65(5): 943 – 957
- Habsah, B., Musaddin, K., dan Mohd Rafi, I. (2009). Effects of cattle oocyte quality on pronuclear formation and subsequent embryo development. *J. Trop. Agri. and Fd. Sc.* 37(2): 271 – 277
- Johnson, L.A. (2000). Sexing mammalian sperm for production of offspring: State of the art. *Anim. Reprod. Sci.* 60 – 61: 93 – 107
- Marini, A.M., Yatim, A.M., Babji, A.S., Annuar, B.O. dan Noraini, S. (2006). Evaluation of nutrient contents and amino acid profiling of various types of palm kernel cake (PKC). *J. Sci. Technol. Trop.* 2: 135 – 141
- Marini, A.M., Daud, M.J., Noraini, S., Jameah, H. dan Engku Azahan, E.A. (2005). Performance of locally isolated microorganisms in degrading palm kernel cake (PKC) fibre and improving the nutritional value of fermented PKC. *J. Trop. Agri. and Fd. Sc.* 33(2): 311 – 319
- Oboh, G., Akindahunsi, A.A. dan Oshodi, A.A. (2002). Nutrient and anti-nutrient contents of *Aspergillus niger*-fermented cassava products (flour and gari). *J. Food Comp. Anal.* 15: 617 – 622

Ong, L.G.A., Abd. Aziz, S., Noraini, S. Karim, M.I.A. dan Hassan, M.A. (2004). Enzyme production and profile by *Aspergillus niger* during solid substrate fermentation using palm kernel cake as substrate. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 118(1 – 3): 73 Siedel, G.E. dan Johnson, L.A. (1999). Sexing Mammalian Sperm – Overview. *Theriogenology* 52: 1267 – 1272

Ringkasan

Aplikasi bioteknologi dalam penyelidikan ternakan boleh dibahagikan kepada tiga aspek iaitu penggunaan penanda molekul dalam pembiakbakaan, bioteknologi reproduktif dan peningkatan makanan ternakan melalui bioteknologi. Dalam pembiakbakaan ternakan, penggunaan penanda molekul boleh digunakan dalam pemilihan dibantu penanda dan pemilihan ternakan yang mempunyai jarak genetik yang jauh untuk menghasilkan ternakan yang lebih berkualiti. Bioteknologi reproduktif pula memanipulasi gamet atau sel reproduktif untuk mempercepat pembiakan ternakan bagi menghasilkan ternakan yang berkualiti. Teknik reproduktif jantan yang berpotensi untuk menyebarkan bahan genetik yang berkualiti dengan lebih cepat dan tepat adalah pengumpulan semen dan pemanian beradas serta pensiksaan sperma. Manakala teknik *in vitro* dan *in vivo* reproduktif betina juga turut membantu untuk mempercepatkan penghasilan embrio dan seterusnya ternakan yang berkualiti. Dalam bidang makanan ternakan pula, dua pendekatan bioteknologi yang boleh diambil adalah penghasilan bahan tambahan yang boleh menambah nilai pemakanan ternakan selain penghasilan makanan ternakan dan mikrob yang telah diubah bahan genetiknyanya supaya dapat menjadi makan ternakan yang lebih berkualiti. Aplikasi bioteknologi dalam penyelidikan ternakan mempunyai masa hadapan yang cerah dan perlu diteruskan untuk kebaikan industri ternakan Malaysia pada masa hadapan.

Summary

Biotechnology applications in animal research can be divided into three aspects, namely the use of molecular markers in breeding, reproductive biotechnology and feed biotechnology. In livestock breeding, the use of molecular markers can assist in the selection of quality livestock via marker assisted selection or determination of genetic distance among the local livestock. Reproductive biotechnology on the other hand, manipulates the reproductive gametes or cells for the production of quality livestock. Male reproductive techniques that have the potential to expedite quality genetic materials more accurately and efficiently include semen collection and artificial insemination as well as sperm sexing. Whereas, *in vitro* and *in vivo* female reproductive techniques will accelerate quality embryo production and in turn, will increase quality livestock production. In the field of animal feed, two biotechnology approaches can be utilised to improve the nutrient content and digestibility of local feed ingredients. These include addition of local supplementary materials produced by biotechnology and the production of animal feed, and microbial materials that have been altered genetically. There is a potential of applying biotechnology in livestock industry and thus, biotechnology research needs to be continued for the betterment of Malaysia's livestock industry in the future.

Pengarang

Ainu Husna M S Suhaimi

Pusat Penyelidikan Ternakan Strategik, Ibu Pejabat MARDI, Serdang,
Peti Surat 12301, 50774 Kuala Lumpur

E-mel: shusna@mardi.gov.my

Amie Marini Abu Bakar

Pusat Penyelidikan Ternakan Strategik, Ibu Pejabat MARDI, Serdang,
Peti Surat 12301, 50774 Kuala Lumpur

Habsah Bidin

Pusat Penyelidikan Ternakan Strategik, Stesen MARDI, Kluang
Beg Berkunci 525, 86009 Kluang, Johor

Marini Ahmad Marzuki

Pusat Penyelidikan Ternakan Strategik, Stesen MARDI, Kemaman
Peti Surat 44, 24007 Kemaman, Terengganu