

## Edukasi Pakan Sapi Potong dengan Serat Efektif melalui Penerapan *Chopping Technology* pada Kelompok Ternak Sido Makmur, Jember

*Education of Beef Cattle Feed with Effective Fiber through the Application of Chopping Technology at Kelompok Ternak Sido Makmur, Jember*

Nurkholis<sup>1</sup>, Mira Andriani<sup>1\*</sup>, Theo Mahiseta Syahniar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Animal Science, Politeknik Negeri Jember

\* andriani@polije.ac.id

### ABSTRAK

Upaya meningkatkan produktivitas ternak sapi perlu diperhatikan kuantitas dan kualitas pakan yang baik, tetapi ada kalanya belum menunjukkan produktivitas ternak yang optimal karena berbagai faktor, salah satunya teknik pemberian pakan. Kelompok Ternak Sido Makmur yang berlokasi di Desa Umbulrejo, Kecamatan Umbulsari, Kabupaten Jember merupakan peternak mitra dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Permasalahan yang dihadapi adalah kurangnya pengetahuan mengenai penggunaan serat efektif dan belum adanya mesin *chopper* untuk penerapan *chopping technology*. Teknik pemberian pakan hijauan pada Kelompok Ternak Sido Makmur masih bersifat konvensional yaitu melakukan pencacahan secara manual dengan memotong hijauan dan pakan kasar menggunakan sabit yang mengakibatkan ukuran partikel beragam, membutuhkan waktu dan energi yang besar. Peningkatan efektivitas dan efisiensi pakan yang diberikan melalui penerapan *chopping technology* menjadi ukuran partikel kecil yang tepat sebagai serat efektif. Tahapan kegiatan pengabdian ini dilakukan diantaranya tahap persiapan, penyuluhan, pelatihan dan pendampingan, serta monitoring dan evaluasi. Berdasarkan kegiatan ini, disimpulkan bahwa kelompok ternak mitra menunjukkan antusiasme yang cukup besar dan mau menerima dengan positif atas edukasi mengenai pentingnya serat efektif dan penerapan *chopping technology* serta sangat berterima kasih atas hibah mesin *chopper* tipe BRJ006 untuk mendukung penggunaan serat efektif pada pakan sapi potong.

**Kata kunci** — *chopping technology*, pakan hijauan, pakan sumber serat, sapi potong, serat efektif,

### ABSTRACT

Efforts to increase the productivity of beef cattle need to pay attention on the quantity and quality of good feed, but sometimes it has not shown optimal livestock productivity due to various factors, one of which is feeding techniques. The Sido Makmur Livestock Group that located in Umbulrejo Village, Umbulsari District, Jember Regency was a partner in this community service activity. The problems faced were the lack of knowledge about the usage of effective fiber and the absence of a chopper machine for the application of chopping technology. The feeding technique of forage in the Sido Makmur Livestock Group was still conventional by cutting forage and coarse feed using a sickle which results in various particle sizes, requiring a large amount of time and energy. Increasing the effectiveness and efficiency of the feed provided through the application of chopping technology to the right small particle size as an effective fiber. The stages of this service activity were carried out including the stages of preparation, counseling, training and mentoring, as well as monitoring and evaluation. Based on this activity, it was concluded that the partner livestock groups showed considerable enthusiasm and were willing to receive positive education about the importance of effective fiber and the application of chopping technology and were very grateful for the chopper machine grant of BRJ006 type to support the use of effective fiber in beef cattle feed.

**Keywords** — *chopping technology, forages, roughages, beef cattle, effective fiber*

## 1. Pendahuluan

Upaya penting dalam peningkatan produktivitas ternak secara terus menerus salah satunya perlu memperhatikan kuantitas dan kualitas penggunaan pakan. Ketika kuantitas pakan dapat dipenuhi dengan berbagai upaya, kualitas pakan menjadi sering diabaikan. Padahal, kualitas pakan sebagai penentu produktivitas ternak karena ternak sebagai mesin biologis yang mampu merepresentasikan baik buruknya kualitas pakan. Pengembangan perbaikan pakan baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya menjadi salah satu fokus pemerintah dalam pengembangan peningkatan populasi ternak dalam menyediakan pangan sumber protein hewani. Hal ini juga berdasarkan Rencana Strategis (RENSTRA) Kementerian Pertanian tahun 2020-2024 yaitu terpenuhinya pakan ternak sesuai kebutuhan [1].

Ada kalanya, kuantitas maupun kualitas pakan yang baik telah digunakan oleh peternak namun belum menunjukkan produktivitas ternak yang optimal. Belum tercapainya produktivitas ternak secara optimal pada sapi potong disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya teknik pemberian pakan. Pemberian pakan ternak khususnya pada tingkat peternakan rakyat umumnya diberikan secara langsung, tanpa perlakuan terlebih dahulu ataupun hanya dengan penanganan yang sederhana dan manual, contohnya pencacahan hijauan. Hal tersebut dapat mengurangi efisiensi penggunaan pakan. Pemberian pakan yang demikian cenderung menimbulkan banyak sisa pakan karena tidak termakan habis atau karena tercecer jatuh ke tanah. Salah satu cara untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pakan yang diberikan adalah penerapan *chopping technology* atau pencacahan pakan menggunakan mesin cacah atau *chopper*.

*Chopping technology* dimaksudkan untuk memperkecil ukuran partikel pakan hijauan maupun pakan kasar sumber serat menjadi ukuran yang lebih kecil dari ukuran asal dan menjadi ukuran yang tepat sebagai serat efektif. Ternak ruminansia membutuhkan serat efektif sebagai bagian di dalam pakannya. Serat efektif menunjukkan ukuran optimal untuk pakan hijauan maupun pakan kasar sumber serat lainnya [2], tidak terlalu besar, juga tidak terlalu

halus, berkisar 3-5 cm. Ukuran serat yang terlalu besar dapat menurunkan efektivitas pencernaan karena ternak membutuhkan energi lebih besar untuk mencerna pakan tersebut [3]. Namun, apabila ukuran seratnya terlalu halus akan memicu penyakit *bloat* atau kembung pada ternak ruminansia. Penyakit *bloat* dapat terjadi karena pakan akan langsung *by pass* ke dalam rumen tanpa dicerna dengan maksimal dan air liur yang dihasilkan sebagai *buffer* di dalam rumen sangat sedikit terbentuk sehingga kondisi lingkungan rumen menjadi cepat asam [4] dan memicu terjadinya *bloat*. Serat efektif dengan ukuran yang tepat di dalam pakan akan meningkatkan efektivitas pencernaan dan metabolisme di dalam rumen sehingga efisiensi pakan dan produktivitas ternak dapat dioptimalkan.



Gambar 1. Kondisi kandang dan ternak sapi potong di Kelompok Ternak Sido Makmur

Kelompok Ternak Sido Makmur yang berlokasi di Desa Umbulrejo, Kecamatan Umbulsari, Kabupaten Jember merupakan peternak mitra dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Kelompok Ternak Sido Makmur berdiri sejak tahun 2010 yang beranggotakan 12 orang peternak dengan jumlah sapi potong 18 ekor. Kelompok ternak ini bergerak pada bidang usaha peternakan baik pembibitan maupun penggemukan sapi potong. Kondisi lingkungan kandang dan ternak sapi potong di Kelompok Ternak Sido Makmur dapat dilihat pada Gambar 1.

Para peternak mitra di Kelompok Ternak Sido Makmur sudah melakukan pencacahan pakan hijauan namun masih bersifat konvensional, yaitu mencacah secara manual dengan memotong hijauan dan pakan kasar menggunakan sabit atau pisau golok. Hasil cacahan tersebut mengakibatkan ukuran partikel yang beragam dan juga membutuhkan waktu yang lama. Hal tersebut mengakibatkan kualitas dan efektivitas pakan bagi ternak sapi menjadi berkurang [5]. Di samping itu, penggunaan sabit kurang aman bagi peternak. Upaya meningkatkan produktivitas ternak dan keterampilan kelompok ternak yang berorientasi teknologi maka dipandang perlu bahwa kelompok ternak didukung oleh ketersediaan mesin *chopper* [6].

Berdasarkan survei dan wawancara langsung dengan peternak di Kelompok Ternak Sido Makmur Desa Umbulrejo, Kecamatan Umbulsari, Kabupaten Jember sebagai mitra, permasalahan yang dihadapi adalah sebagai berikut:

- Kurangnya pengetahuan mitra mengenai pentingnya penggunaan serat efektif dalam pakan sapi potong.
- Kurang optimalnya manajemen pakan sapi potong akibat tidak adanya mesin *chopper* untuk menerapkan *chopping technology* pada pakan hijauan yang masih dicacah secara manual.

## 2. Target dan Luaran (*Optional*)

Target dan luaran dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui mitra Kelompok Ternak Sido Makmur antara lain:

- Peningkatan pengetahuan, wawasan dan keterampilan peternak sapi potong pada Kelompok Ternak Sido Makmur mengenai perbaikan manajemen pakan khususnya pentingnya penggunaan serat efektif di dalam pakan sapi potong.
- Bertambahnya inventarisasi kelompok ternak mitra berupa unit mesin *chopper* guna mendukung penerapan *chopping technology* pakan hijauan dan sumber serat.

## 3. Metodologi

Metode pelaksanaan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat kali ini terdiri dari beberapa tahapan yang meliputi tahap persiapan, tahap penyuluhan, serta tahap monitoring dan evaluasi kegiatan pengabdian yang dilakukan. Beberapa tahapan dalam kegiatan pengabdian tersebut dijelaskan secara terperinci sebagai berikut:

### 3.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan telah dilakukan untuk mengawali kegiatan pada program pengabdian kepada masyarakat. Tim Pelaksana dan mahasiswa melakukan survey dan sosialisasi pada kelompok ternak mitra untuk menyamakan persepsi mengenai permasalahan yang dihadapi. Penyamaan persepsi tersebut dilakukan untuk memperlancar pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

### 3.2. Tahap Penyuluhan

Tahap penyuluhan telah dilakukan melalui tatap muka secara langsung dengan para peternak mitra. Tahapan ini juga didukung dengan pendampingan secara informal baik secara langsung dengan tatap muka maupun secara tidak langsung melalui aplikasi media sosial atau telepon, dilakukan apabila peternak mendapatkan kesulitan dalam pemahaman materi yang diberikan.

Materi penyuluhan yang diberikan berupa edukasi tentang jenis, ukuran, dan pentingnya penggunaan serat efektif di dalam pakan sapi potong. Pada saat kegiatan penyuluhan juga dibuka forum diskusi untuk *sharing* pengalaman dengan para peternak mitra antara penerapan



teori dan kenyataan di lapangan agar peternak dapat melakukan perbaikan manajemen produksi sapi potong yang selama ini dijalankan.

#### 1) Tahap Pelatihan dan Pendampingan

Tahap pelatihan dan pendampingan merupakan tahapan kelanjutan dari kegiatan penyuluhan. Pada tahapan ini dilakukan diseminasi melalui demonstrasi sekaligus praktik suatu pengetahuan dan teknologi. Materi pelatihan yang disampaikan diawali dengan uji coba *chopping technology* menggunakan mesin *chopper* yang dihibahkan oleh tim Pelaksana kepada kelompok ternak mitra. Hibah mesin *chopper* tersebut diharapkan juga dapat mengefektifkan kinerja para peternak mitra dalam pemeliharaan sapi potong.

Dengan adanya kegiatan demonstrasi maupun praktik ini diharapkan para peternak mitra di Kelompok Ternak Sido Makmur akan terampil secara *hard skill* untuk menerapkan *chopping technology* sebagai salah satu upaya perbaikan manajemen pakan di lingkungan kelompok ternak mitra. Adanya proses pendampingan diharapkan dapat membantu peternak mitra dalam memecahkan permasalahan yang ada. Harapan akhir dari hasil proses pendampingan adalah peternak dapat memperbaiki manajemen produksi ternak sehingga output produktivitas ternak dalam usaha sapi potong yang dijalankan dapat tercapai.

#### 2) Tahap Monitoring dan Evaluasi

Keberhasilan program pengabdian dapat diketahui dari tingkat penyerapan dan penerapan IPTEK yang telah didesiminasikan oleh peternak mitra.

### 4. Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan untuk mengimplementasikan solusi dari permasalahan yang dihadapi oleh mitra yang berlokasi di Kelompok Ternak Sido Makmur, Desa Umbulrejo, Kecamatan Umbulsari, Kabupaten Jember. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra adalah kurangnya pengetahuan mitra mengenai pentingnya penggunaan serat efektif dalam pakan sapi potong serta belum adanya inventarisasi mesin *chopper* untuk mendukung penerapan serat

efektif tersebut. Permasalahan tersebut merupakan hasil dari penyamaan persepsi antara peternak mitra dan tim pelaksana kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada tahap persiapan.

Selain itu, pada tahap persiapan ini juga dilakukan survey bahan pakan lokal yang terdapat di lingkungan sekitar mitra untuk memperbanyak inventarisasi jenis bahan pakan lokal yang nantinya dapat digunakan oleh peternak mitra. Berdasarkan hasil inventarisasi bahan pakan lokal yang dilakukan, didapatkan mayoritas limbah pertanian berupa jerami, baik jerami padi, jerami jagung, jerami kacang-kacangan dan juga tongkol jagung sebagai limbah dari jagung pipil. Berbagai limbah pertanian tersebut sangat potensial secara kuantitas untuk digunakan sebagai pakan ruminan, khususnya sebagai pakan sumber serat. Namun demikian, kualitas fisik maupun nutrisi pada berbagai jerami tersebut tergolong rendah. Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan salah satunya berupa pencacahan dengan menerapkan *chopping technology* untuk perbaikan kualitas fisik dan pencampuran dengan bahan pakan lain peningkatan kualitas nutrisi pakan dalam bentuk ransum komplet untuk sapi potong. Bahan pakan asal limbah pertanian yang banyak tersedia di lingkungan mitra tersaji pada Gambar 2.





Gambar 2. Jerami padi, jerami jagung, dan tongkol jagung (gambar dari atas ke bawah)

Berdasarkan hasil inventarisasi limbah pertanian yang berpotensi sebagai bahan pakan lokal untuk sapi potong mempunyai bentuk seperti pada Gambar 2. maka diperlukan adanya penerapan *chopping technology*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa solusi terkait edukasi tentang pentingnya penggunaan serat efektif dan pengadaan mesin *chopper* telah sinkron dengan permasalahan yang sedang dialami oleh peternak mitra di lapangan. Edukasi tersebut dilakukan oleh tim pelaksana pengabdian kepada para peternak mitra yang tergabung dalam Kelompok Ternak Sido Makmur melalui kegiatan penyuluhan. Kegiatan penyuluhan dilakukan dengan memberikan edukasi, transfer pengetahuan, maupun *sharing* pengalaman kepada peternak mitra. Penyuluhan merupakan model yang tepat dalam melakukan diseminasi suatu pengetahuan dan teknologi yang

selanjutnya disertai dengan demonstrasi maupun praktik.

Kegiatan penyuluhan dilakukan dengan memberikan edukasi materi terkait pentingnya penggunaan serat efektif di dalam pakan sapi potong, jenis pakan maupun nilai nutrient yang terkandung di dalamnya. Bahan pakan dengan serat efektif dapat ditemukan dalam berbagai jenis bahan pakan asal hijauan, limbah pertanian maupun limbah industri. Namun, ukuran partikel bahan pakan tersebut yang menjadi titik kritis disebut sebagai serat efektif di dalam pakan. Konsumsi pakan, tingkat fermentabilitas pakan di dalam rumen, laju pelepasan pakan serta tingkat pencernaan pakan dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan pakan sumber serat (*roughage*) memiliki efek struktural maupun keseragaman terhadap ransum atau pakan komplet [7].

Ukuran optimal bahan pakan dikatakan sebagai serat efektif adalah sekitar 2-5 cm, tidak terlalu halus, dan bukan bahan pakan misalnya hijauan atau jerami dalam bentuk utuh. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Tafaj et al. yang menyatakan bahwa ukuran partikel bahan pakan kasar atau sumber serat dengan panjang 1,1 – 2,5 cm efektif dalam mempertahankan pH rumen yang optimal dan penurunan pH baru terjadi ketika panjang partikel bahan pakan kasar yang digunakan sepanjang 0,5 cm [8]. Berikut adalah ilustrasi panjang partikel yang tepat untuk serat efektif disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh berbagai panjang partikel pakan: serat efektif (atas) dan kurang efektif (tengah dan bawah)

Penggunaan serat efektif di dalam pakan ternak ruminansia khususnya sapi potong menjadi penting karena akan berpengaruh terhadap proses pencernaan pakan dan metabolisme nutrisi di dalam rumen. Pakan dengan ukuran serat efektif yang tepat dapat membantu mengoptimalkan proses pencernaan pakan khususnya pada pencernaan mekanis di dalam mulut yang dapat berdampak pada kondisi lingkungan rumen. Pengaruh tersebut pada akhirnya akan berdampak terhadap produktivitas ternak mulai dari konsumsi pakan, kondisi kesehatan ternak, hingga pada penambahan bobot badan yang dihasilkan. Peternak mitra sangat antusias dalam menerima edukasi yang dianggap baru khususnya mengenai pentingnya penggunaan serat efektif

dalam pakan sapi potong dan dampaknya terhadap performa atau produktivitas ternak.

Pakan yang terlalu halus akan mengurangi proses mengunyah atau *chewing* oleh sapi sehingga saliva yang dihasilkan sebagai buffer rumen juga sedikit dan pakan tersebut akan lebih cepat mengalir ke dalam rumen. Kondisi tersebut akan membuat lingkungan rumen menjadi lebih cepat asam yang dapat berdampak bloat dan mengganggu kesehatan sapi. Sebaliknya, pakan dengan bentuk dan ukuran yang lebih besar daripada serat efektif dapat mengganggu efektivitas pakan karena sapi membutuhkan waktu yang lebih banyak dan energi yang lebih besar untuk proses mengunyah dan memamah biak guna membantu proses degradasi di dalam rumen. Hal tersebut akan mengurangi efektivitas pakan terhadap produktivitas ternak. Namun, penggunaan serat efektif dengan panjang partikel pakan yang tepat, yaitu antara 0,8 – 2,5 cm efektif dalam memacu proses salivasi sehingga mampu mencegah asidosis dengan mempertahankan pH rumen yang normal [9].

Setelah memahami pentingnya penggunaan serat efektif di dalam pakan sapi potong, edukasi mengenai *chopping technology* juga diberikan untuk membantu peternak mitra dalam penerapan serat efektif di dalam pakan. Selain edukasi, tim pelaksana pengabdian juga memberikan hibah berupa mesin *chopper* dengan tipe BRJ006 kepada kelompok ternak mitra. Mesin *Chopper* Tipe BRJ006 menggunakan 4 mata pisau dan mempunyai kemampuan mencacah rumput gajah sebanyak 2 ton per jam. Para peternak mitra sangat antusias dan berterima kasih ketika mendapat hibah tersebut karena kelompok ternak belum mempunyai mesin *chopper* dan juga kesulitan dalam memanfaatkan jerami jagung dengan batang yang sudah mengering dan keras. Padahal, jerami jagung tersebut potensial dijadikan sebagai bahan pakan. Berikut pada Gambar 4. adalah mesin *chopper* tipe BRJ006 sebagai hibah untuk kelompok ternak mitra.



Gambar 4. Ketua kelompok ternak mitra menerima hibah mesin *chopper*



Gambar 5. Dokumentasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat dan praktik penerapan *chopping technology* menggunakan mesin *chopper* tipe BRJ006

Dokumentasi pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dan praktik penerapan *chopping technology* menggunakan mesin *chopper* tipe BRJ006 disajikan pada Gambar 5. Adanya mesin *chopper* yang dihibahkan tersebut, para peternak yang tergabung di dalam kelompok ternak mitra dapat memanfaatkan berbagai jenis jerami

maupun hijauan yang ada di lingkungan sekitar sebagai bahan pakan yang tentunya dilakukan proses pencacahan atau *chopping* terlebih dahulu. Demonstrasi dan praktik penerapan *chopping technology* menggunakan mesin *chopper* tipe BRJ006 sebagai uji coba terhadap mesin tersebut langsung dipraktikkan dengan sangat antusias oleh para peternak mitra.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kelompok ternak mitra menunjukkan antusiasme yang cukup besar dan mau menerima dengan positif atas edukasi mengenai pentingnya serat efektif dan penerapan *chopping technology* serta sangat berterima kasih atas hibah mesin *chopper* tipe BRJ006 untuk mendukung penggunaan serat efektif pada pakan sapi potong.

## 6. Ucapan Terima Kasih (*Optional*)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Jember untuk hibah kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sumber dana PNPB dengan nomor kontrak 634/PL17.4/PM/2022.

## Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Pertanian RI, "RENSTRA KEMANTAN 2020-2024 REVISI 2," Jakarta, 2021. Accessed: Oct. 15, 2022. [Online]. Available: [http://rb.pertanian.go.id/upload/file/RENSTRA%20KEMANTAN%202020-2024%20REVISI%20%20\(26%20Agt%202021\).pdf](http://rb.pertanian.go.id/upload/file/RENSTRA%20KEMANTAN%202020-2024%20REVISI%20%20(26%20Agt%202021).pdf)
- [2] T. M. Syahniar and H. Subagja, "Peningkatan Kualitas Pakan dan Perbaikan Manajemen Produksi di Peternakan Sapi Potong Bago Mulyo, Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember," *Jurnal Peternakan, Politeknik Negeri Jember*, pp. 87–91, 2018.
- [3] P. McDonald, R. Edwards, J. Greenhalgh, C. Morgan, L. Sinclair, and R. Wilkinson, *Animal Nutrition*, 7th Edition. England: Pearson, 2010.
- [4] T. M. Syahniar, R. Antari, D. Pamungkas, D. E. Mayberry, D. P. Poppi, and others, "The level of tree legumes required to meet the maintenance energy requirements of Ongole (*Bos indicus*) cows fed rice straw in Indonesia," *Anim Prod Sci*, vol. 52, no. 7, pp. 641–646, 2012.
- [5] S. Andjar Sari, H. Setyawati, and S. Indriani, "Penerapan mesin perajang rumput di Desa

Ngadirejo Kecamatan Kromengan Kabupaten Malang,” *Industri Inovatif*, vol. 5, no. 2, pp. 9–12, Sep. 2015.

- [6] Zulfahmi, Y. Amani, A. Rahman, and N. Islami, “Alih teknologi mesin chopper blender pakan hijauan guna peningkatan produktivitas peternakan ruminansia masa Pandemi Covid-19,” *Jurnal Hurriah: Jurnal Evaluasi Pendidikan dan Penelitian*, vol. 2, no. 4, pp. 119–127, 2021.
- [7] S. P. Ginting, “Prospek penggunaan pakan komplit pada kambing: tinjauan manfaat dan aspek bentuk fisik pakan serta respon ternak,” *Wartazoa*, vol. 19, no. 2, pp. 64–75, 2009.
- [8] M. Tafaj, Q. Zebeli, B. Junck, H. Steingass, and W. Drochner, “Effects of particle size of a total mixed ration on in vivo ruminal fermentation patterns and inocula characteristics used for in vitro gas production,” *Anim Feed Sci Technol*, vol. 123-124 Part 1, pp. 139–154, Sep. 2005, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2005.04.032.
- [9] W. Z. Yang and K. A. Beauchemin, “Increasing the physically effective fiber content of dairy cow diets may lower efficiency of feed use,” *J Dairy Sci*, vol. 89, no. 7, pp. 2694–2704, 2006, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72345-1.

