

Perangkat Mikrofluidik dari Katun untuk Analisa Semi-kuantitatif dalam Menunjang Diagnosa Cepat di Dunia Kedokteran Hewan

Mokhamad Fakhrol Ulum

Departemen Klinik Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
*Email koresponden: ulum@ipb.ac.id

Kata kunci : perangkat diagnostika, mikrofluidik, katun, semi-kuantitatif, kedokteran hewan

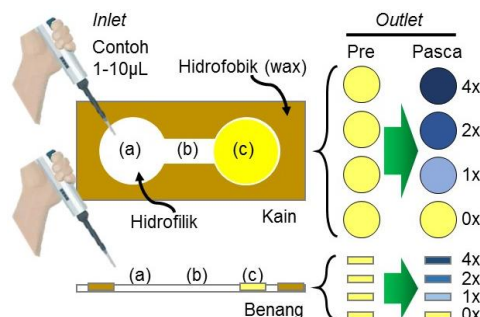
PENDAHULUAN

Diagnosa cepat merupakan hal yang menjadi tuntutan dalam dunia medis saat ini. Perangkat diagnostik cepat dikembangkan guna membantu proses diagnosa segera diperoleh agar tindakan yang cepat dan tepat pada pasien dapat segera dilakukan (Castellote *et al.* 2003). Perangkat diagnostik cepat juga dikembangkan untuk tujuan pemantauan dalam suatu populasi hewan untuk memantau kejadian suatu penyakit (Yetisen *et al.* 2013). Perangkat diagnosa cepat umumnya sangat sederhana, mudah digunakan tidak memerlukan peralatan khusus, harga relatif terjangkau, proses perolehan hasil langsung terbaca dalam hitungan menit (Bissonnette & Bergeron 2010). Teknologi diagnostik cepat sangat membantu tenaga medis untuk mendapatkan hasil sebelum uji lanjut melalui uji laboratorium. Uji laboratorium standar umumnya berlangsung dalam waktu yang relatif lama sehingga proses penyakit tidak dapat segera terdiagnosa dengan cepat. Proses penegakan diagnosa dalam dunia kedokteran hewan dengan jumlah spesies yang lebih banyak dari dunia medis kedokteran manusia memiliki tantangan yang lebih besar dengan keunikan tersendiri (Lewis & Klausner 2003). Tren perkembangan saat ini, perangkat diagnostik dikembangkan dengan tujuan pemantauan mandiri bagi klien dari rumah sebelum pasien dibawa ke klinik atau rumah sakit untuk ditangani oleh dokter hewan (Yager *et al.* 2008). Tulisan ini membahas sekilas tentang perangkat diagnostika cepat berbasis mikrofluida (mikrofluidik) yang dapat dimanfaatkan dalam dunia kedokteran hewan guna menunjang percepatan proses penegakan diagnosa.

MIKROFLUIDIK UNTUK DIAGNOSTIKA CEPAT

Perangkat diagnosa cepat umumnya dikembangkan untuk memudahkan perolehan hasil dengan cepat dengan memanfaatkan prinsip mikrofluida. Perangkat mikrofluida bekerja dengan memanfaatkan fenomena sifat-sifat cairan dalam skala volume microliter (Becker *et al.* 2002). Fenomena cairan dalam skala mikro mempercepat proses reaksi dengan proses pengaliran cairan dalam saluran kapiler tanpa memerlukan energi

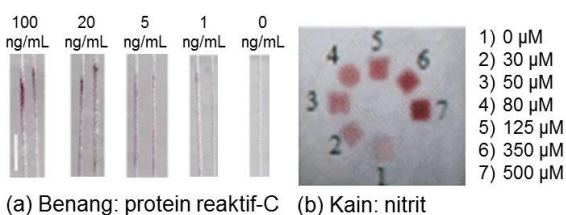
dari luar (*capillary driven*). Perangkat mikrofluida terdiri atas bagian untuk meneteskan contoh dan atau cairan pendorong (*inlet*), bagian saluran penghubung (*channel*), dan bagian pengeluaran atau tempat reaksi berlangsung (*outlet*) untuk pembacaan hasil (Gambar 1). Ketiga bagian tersebut dibentuk pada bagian yang suka air (hidrofilik) dengan daerah pembatas yang kedap air (hidrofobik). Hasil yang diperoleh dapat dibaca secara langsung dengan mata tanpa alat bantu berupa perubahan warna pada *outlet*, immunoassay (Choi *et al.* 2018), secara elektro-(bio)kimia (Agustini *et al.* 2016), elektro-(bio)fisika (Studer *et al.* 2002) dengan penambahan sensor pada *outlet*. Bagian *inlet*, saluran, dan *outlet* dapat tersusun dalam bentuk aliran cairan lateral (2 dimensi) hingga vertikal (3 dimensi). Pembentukan daerah hidrofobik dapat dibuat dengan bahan lilin seperti wax untuk membuat pola pada kain batik (Nilghaz *et al.* 2012). Fungsi kerja yang dapat difasilitasi perangkat mikrofluida dapat mencakup semua hal seperti proses perolehan contoh, pemrosesan contoh, hingga menganalisa contoh dengan hasil pembacaan semi-kualitatif hingga kualitatif (Ulum *et al.* 2016, Zhou *et al.* 2012). Perubahan konsentrasi zat target (analit) untuk diagnosa pada contoh menjadi hal utama sebagai indikator adanya perubahan dari kadar normalnya (Lin *et al.* 2014). Perubahan ini menjadi dasar dalam proses perolehan diagnosa atas contoh yang dianalisa melalui perangkat mikrofluida.



Gambar 1. Perangkat mikrofluidik sederhana 2 dimensi untuk analisa semi-kuantitatif. (a) *inlet*, (b) *channel*, (c) *outlet* yang telah dikandung suatu reagen berubah warna sesuai kadar analit.

PERANGKAT MIKROFLUIDIK DARI KATUN

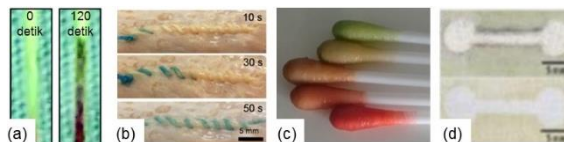
Bahan alami untuk membuat perangkat mikrofluida dapat berasal dari bahan kertas (Liu *et al.* 2011), serat katun (Lin *et al.* 2014), maupun serat selulosa bambu (*lignocellulose*) (Kuan *et al.* 2015). Bahan katun yang berasal dari serat kapas dapat berupa benang dan kain merupakan bahan yang murah dan mudah diperoleh (Li *et al.* 2009). Analit dalam contoh biologi seperti darah, urin, feses, air liur hingga keringat pada dasarnya dapat dikoleksi, diproses dan dideteksi kadar analit yang terkandung didalamnya. Perangkat mikrofluida katun kemudian dikembangkan untuk memadukan banyak tahapan dalam prosedur laboratorium menjadi lebih sederhana dan singkat. Beberapa bentuk perangkat mikrofluida yang telah dikembangkan dengan bahan katun untuk deteksi semi-kuantitatif analit contoh biologi (Gambar 2). Warna yang terbentuk hasil reaksi memiliki kepekatan yang bervariasi mengikuti kadar analit yang terkandung dalam contoh. Semakin tinggi kadar protein reaktif-C maupun nitrit dalam cairan uji menghasilkan warna yang semakin tajam.



Gambar 2. Deteksi semi-kuantitatif analit secara kolorimetrik pada contoh biologi menggunakan perangkat mikrofluidik katun berupa (a) benang untuk deteksi protein reaktif-C (modifikasi dari Zhou *et al.* 2012) dan (b) kain untuk deteksi nitrit (modifikasi dari Nilghaz *et al.* 2015).

DIAGNOSTIK CEPAT BAHAN BERBAHAYA DALAM BAHAN MAKANAN DAN HEWAN

Perangkat mikrofluidik dari bahan katun dapat dikembangkan lebih lanjut untuk deteksi bahan cemaran berbahaya dalam makanan (Wu *et al.* 2017) maupun minuman (Carneiro *et al.* 2018). Pengembangan perangkat diagnostik katun berupa benang dan kain katun mampu memisahkan plasma darah dengan cepat tanpa menggunakan alat sentrifugasi (Ulum *et al.* 2016). Selain itu juga, kain katun untuk deteksi perdarahan dalam feses telah dibuat dengan bentuk 2 dimensi (Sanjaya *et al.* 2017), penggunaan benang katun sebagai indikator persembuhan luka pascabedah (Sejati *et al.* 2018) dan penggunaan benang katun untuk deteksi persembuhan jaringan lunak (Mostafalu *et al.* 2016), penyeka kapas untuk deteksi persembuhan luka (Schaude *et al.* 2017), kombinasi kapas dengan benang berupa penyeka kapas telah berhasil digunakan untuk deteksi cepat ketidakhubungan pada sapi (Febriani *et al.* 2018) (Gambar 3).



Gambar 3. Perangkat mikrofluidik katun untuk analisa analit dalam contoh biologi. (a) benang untuk analisa plasma darah (modifikasi dari Ulum *et al.* 2016), (b) untuk pemantau persembuhan jaringan (modifikasi dari Mostafalu *et al.* 2016), (c) penyeka kapas untuk memantau persembuhan luka (modifikasi dari Schaude *et al.* 2017) dan (d) kain katun untuk deteksi perdarahan rektum (modifikasi dari Sanjaya *et al.* 2017).

SIMPULAN

Bahan kapas berupa kain, benang maupun kombinasinya dapat dimanfaatkan sebagai bahan dalam pengembangan perangkat mikrofluida untuk mempercepat proses diagnosa secara semi-kuantitatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Kemenristekdikti atas pendanaan penelitian melalui skema Hibah Penelitian Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Ilmiah Internasional (1570/IT3.11/PN/2018), skema Hibah Penelitian Institusi (PI) Institut Pertanian Bogor (129/SP2H/PTNBH/DRPM/2018), dan skema Hibah Penelitian Insinas 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini D, Bergamini MF, Marcolino-Junior LH. Low cost microfluidic device based on cotton threads for electroanalytical application. *Lab on a Chip*. 2016;16(2):345-52.
- Becker H, Locascio LE. Polymer microfluidic devices. *Talanta*. 2002 Feb 11;56(2):267-87.
- Bissonnette L, Bergeron MG. Diagnosing infections—Current and anticipated technologies for point-of-care diagnostics and home-based testing. *Clinical Microbiology and Infection*. 2010 Aug 1;16(8):1044-53.
- Carneiro EA, Agustini D, Figueiredo-Filho LC, Banks CE, Marcolino-Junior LH, Bergamini MF. 3D-printed Microfluidic Device Based on Cotton Threads for Amperometric Estimation of Antioxidants in Wine Samples. *Electroanalysis*. 2018 Jan;30(1):101-8.
- Castellote J, López C, Gornals J, Tremosa G, Fariña ER, Baliellas C, Domingo A, Xiol X. Rapid diagnosis of spontaneous bacterial peritonitis by use of reagent strips. *Hepatology*. 2003 Apr;37(4):893-6.
- Choi JR, Nilghaz A, Chen L, Chou KC, Lu X. Modification of thread-based microfluidic device with polysiloxanes for the development of a sensitive and selective immunoassay. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2018 May 1;260:1043-51.

- Febrianingtyas LF, Winarto A, Ulum MF. Perangkat Mikrofluida Berbasis Penyeka Kapas dan Benang Katun Sebagai Alat Deteksi Dini Kebuntingan pada Sapi. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor (Skripsi). 2018.
- Kuan CM, York RL, Cheng CM. Lignocellulose-based analytical devices: bamboo as an analytical platform for chemical detection. *Scientific reports*. 2015 Dec 21;5:18570.
- Lewis RE, Klausner JS. Nontechnical competencies underlying career success as a veterinarian. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2003 Jun 1;222(12):1690-6.
- Li X, Tian J, Shen W. Thread as a versatile material for low-cost microfluidic diagnostics. *ACS applied materials & interfaces*. 2009 Dec 9;2(1):1-6.
- Lin SC, Hsu MY, Kuan CM, Wang HK, Chang CL, Tseng FG, Cheng CM. Cotton-based diagnostic devices. *Scientific reports*. 2014 Nov 13;4:6976.
- Liu H, Crooks RM. Three-dimensional paper microfluidic devices assembled using the principles of origami. *Journal of the American Chemical Society*. 2011 Oct 17;133(44):17564-6.
- Martinez AW, Phillips ST, Whitesides GM, Carrilho E. Diagnostics for the developing world: microfluidic paper-based analytical devices. *Analytical chemistry*. 2010;82(1):3-10.
- Mostafalu P, Akbari M, Alberti KA, Xu Q, Khademhosseini A, Sonkusale SR. A toolkit of thread-based microfluidics, sensors, and electronics for 3D tissue embedding for medical diagnostics. *Microsystems & Nanoengineering*. 2016 Jul 18;2:16039.
- Nilghaz A, Bagherbaigi S, Lam CL, Mousavi SM, Córcoles EP, Wicaksono DH. Multiple semi-quantitative colorimetric assays in compact embeddable microfluidic cloth-based analytical device (μ CAD) for effective point-of-care diagnostic. *Microfluidics and Nanofluidics*. 2015 Aug 1;19(2):317-33.
- Nilghaz A, Wicaksono DH, Gustiono D, Majid FA, Supriyanto E, Kadir MR. Flexible microfluidic cloth-based analytical devices using a low-cost wax patterning technique. *Lab on a Chip*. 2012;12(1):209-18.
- Sanjaya AM, Purwantara B, Ulum MF. Perangkat Mikrofluida Kain Katun untuk Deteksi Perdarahan Rektum Sapi Pascapalpati Perrektal. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor (Skripsi). 2017.
- Schaude C, Fröhlich E, Meindl C, Attard J, Binder B, Mohr GJ. The Development of Indicator Cotton Swabs for the Detection of pH in Wounds. *Sensors*. 2017 Jun 12;17(6):1365.
- Sejati FI, Satyaningtjas AS, Ulum MF. Plester Berindikator Mikrofluida untuk Mendeteksi Persembuhan Luka Pascabedah Sesar. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor (Skripsi). 2018.
- Studer V, Pepin A, Chen Y, Ajdari A. Fabrication of microfluidic devices for AC electrokinetic fluid pumping. *Microelectronic Engineering*. 2002 Jul 1;61:915-20.
- Ulum MF, Maylina L, Noviana D, Wicaksono DH. EDTA-treated cotton-thread microfluidic device used for one-step whole blood plasma separation and assay. *Lab on a Chip*. 2016;16(8):1492-504.
- Wu MY, Hsu MY, Chen SJ, Hwang DK, Yen TH, Cheng CM. Point-of-care detection devices for food safety monitoring: proactive disease prevention. *Trends in biotechnology*. 2017 Apr 1;35(4):288-300.
- Yager P, Domingo GJ, Gerdes J. Point-of-care diagnostics for global health. *Annual review of biomedical engineering*. 2008 Jul 22;10.
- Yetisen AK, Akram MS, Lowe CR. based microfluidic point-of-care diagnostic devices. *Lab on a Chip*. 2013;13(12):2210-51.
- Zhou G, Mao X, Juncker D. Immunochromatographic assay on thread. *Analytical chemistry*. 2012 Aug 27;84(18):7736-43.