

BUKU ABSTRAK



Kongres Nasional Perhimpunan Ahli Anatomi Indonesia Jakarta, 27-28 Maret 2015

Editor:

Jeanne Adiwinata Pawitan

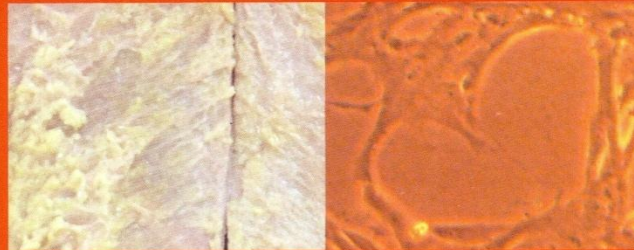
Isabella Kurnia Liem

Ria Margiana

Noviyanti

Dian Mediana

“ANATOMY IN THE FUTURE: FROM MACROSCOPIC TO NANO”



BADAN PENERBIT
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia

Diselenggarakan oleh:



UNIVERSITAS
YARSI



Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Dilarang memperbanyak, mencetak dan menerbitkan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara dan dalam bentuk apapun juga tanpa seizin tertulis editor dan penerbit

ii.00111

Dicetak pertama kali oleh:

*Badan Penerbit
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
Jakarta, 2015*

Pencetakan buku ini dikelola oleh :

Badan Penerbit FKUI, Jakarta

Website: www.bpfkui.com

Isi diluar tanggung jawab percetakan

ISBN 978-979-496-855-0

**JADWAL PRESENTASI ORAL DAN POSTER MAKALAH BEBAS
KONGRES NASIONAL PERHIMPUNAN AHLI ANATOMI INDONESIA**

NO. URLIT	NOMOR ABSTRAK	JUDUL	PENULIS	ORAL/POSTER	HAL	SESI	HARI	PUKUL	RUANG
47	PAAI/2015/MAR/53	INSIDENSI PANJANG JARI TELUNJUK TERHADAP JARI MANIS (RASIO2D : 4D) PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS YARSI ANGKATAN 2013-2014	ENDANG PURWANINGSIH	O44	44	12	28 MARET 2015	14.00-15.00	C
48	PAAI/2015/MAR/55	MENGHADAPI ERA PATOLOGI DIGITAL: SIAPKAH KITA? PENGARUH PEMBERIAN	TERESA LILIANA WARGASETIA	O46	46	12	28 MARET 2015	14.00-15.00	C
49	PAAI/2015/MAR/03	CHOLECALCIFEROL TERHADAP TEBAL EPITEL TUBULUS SEMINIFEROUS TIKUS PUTIH JANTAN DENGAN DIABETES MELLITUS	RIMBUN, KUSUMA EKO PURWANTARI, DEWI RATNA SARI, TRI HARTINI YULIAWATI	P1	49	1	27 MARET 2015	13.00-15.00	D
50	PAAI/2015/MAR/12	TEAM-BASED LEARNING (TBL) SEBAGAI METODE ALTERNATIF PEMBELAJARAN ANATOMI BERBASIS STUDENT-CENTERED	YUNIA HASTAMI, SITI MUNAWAROH	P2	50	1	27 MARET 2015	13.00-15.00	D
51	PAAI/2015/MAR/13	ANATOMICAL ASSESSMENT METHODS	SITI MUNAWAROH, YUNIA HASTAMI	P3	51	1	27 MARET 2015	13.00-15.00	D
52	PAAI/2015/MAR/18	"CADAVER BARU" DALAM PEMBELAJARAN ANATOMI KEDOKTERAN	NANANG WIYONO, YUNIA HASTAMI	P4	52	1	27 MARET 2015	13.00-15.00	D
53	PAAI/2015/MAR/26	HUBUNGAN KEGAGALAN EMPIRIS KURIKULUM ILMU ANATOMI UNTUK DOKTER (MD) DENGAN BAGAN KOGNISI DALAM SURAT ALQUR-AN PERTAMA DITURUNKAN (AL'ALAQ: "YANG MELEKAT")	M SETIA BUDI ZAIN	P5	53	1	27 MARET 2015	13.00-15.00	D
54	PAAI/2015/MAR/27	RETICULUM ENDOPLASMIC ROLE IN DIABETES PATHOGENESIS	OSKI ILLIANDRI	P6	54	1	27 MARET 2015	13.00-15.00	D
55	PAAI/2015/MAR/31	REGENERASI PADA GAMBARAN HISTOLOGIS TUBULI SEMINIFERI PADA TIKUS PUTIH (RATTUS NORVEGICUS) DEWASA PASCA PENGHENTIAN PAJANAN MONOSODIUM GLUTAMAT	NAWANGSARI, AHMAD AULIA JUSUF, WAHYUNING RAMELAN	P7	55	1	27 MARET 2015	13.00-15.00	D

MENGHADAPI ERA PATOLOGI DIGITAL: SIAPKAH KITA?

Teresa Liliana Wargasetia

Bagian Biologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

*Email: Teresa.lw@med.maranatha.edu

Latar belakang: Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi yang pesat selama dekade terakhir, teknologi di bidang patologi anatomipun berkembang dengan pesat.

Tujuan: Studi pustaka ini membahas tentang sistem patologi digital yang mencakup pencitraan digital, mikroskop virtual, *whole slide image* (WSI), dan telepatologi beserta berbagai tantangannya.

Isi: Pencitraan digital adalah penyimpanan informasi patologi anatomi, baik foto gross atau preparat mikroskopis dalam format elektronik, menggunakan algoritma digital untuk analisis dan kuantifikasi. Mikroskopi virtual adalah pemindaian digital dengan resolusi yang tinggi terhadap preparat kaca. Perbesaran objek yang diamati dapat dilakukan dengan mikroskop virtual. Preparat virtual yang memperlihatkan keseluruhan preparat dan disebut sebagai *whole slide image* (WSI) dapat terlihat pada resolusi kurang dari 0,5 μm , diperiksa dengan perangkat lunak interaktif pada layar komputer. Teknologi WSI yang otomatis dan beresolusi tinggi memungkinkan patolog untuk melakukan telepatologi, yaitu berbagi gambar dengan cepat ke kolega di tempat yang berjauhan melalui internet. Pengembangan kemampuan analisis algoritma gambar pada patologi digital berperan penting bagi penggunaan *biomarker* spesifik untuk terapi yang bersifat personal bagi pasien. Terdapat sejumlah tantangan di bidang patologi digital yang meliputi biaya tinggi, kebutuhan infrastruktur yang kompleks, kualitas dan kecepatan perolehan gambar, standar manajemen data, regulasi, lisensi, dan sikap resistensi dari sebagian patolog terhadap teknologi ini.

Kesimpulan: Patologi digital telah menjadi sarana yang penting bagi penelitian dan patologi klinis yang mengarah kepada pengobatan personal/individual. Walaupun terdapat sejumlah tantangan, namun pengembangan teknik dan validasi yang komprehensif terus dilakukan. Kesiapan para praktisi, institusi kesehatan, dan para pembuat kebijakan di bidang kesehatan sangat dibutuhkan untuk memasuki era patologi digital.

Kata kunci: Mikroskop virtual, patologi digital, pencitraan digital, pencitraan preparat utuh, telepatologi.

Menghadapi Era Patologi Digital: Siapkah Kita?

Teresa Liliana Wargasetia

Bagian Biologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH No. 65 Bandung
Teresa.lw@med.maranatha.edu

Abstrak

Latar belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi informasi yang pesat selama dekade terakhir, teknologi di bidang patologi anatomipun berkembang dengan pesat.

Tujuan

Studi pustaka ini membahas tentang sistem patologi digital yang mencakup pencitraan digital, mikroskop virtual, *whole slide image* (WSI), dan telepatologi beserta berbagai tantangannya.

Isi

Pencitraan digital adalah penyimpanan informasi patologi anatomi, baik foto gross atau preparat mikroskopis dalam format elektronik, menggunakan algoritma digital untuk analisis dan kuantifikasi. Mikroskopi virtual adalah pemindaian digital dengan resolusi yang tinggi terhadap preparat kaca. Perbesaran objek yang diamati dapat dilakukan dengan mikroskop virtual. Preparat virtual yang memperlihatkan keseluruhan preparat dan disebut sebagai *whole slide image* (WSI) dapat terlihat pada resolusi kurang dari 0,5 μm , diperiksa dengan perangkat lunak interaktif pada layar komputer. Teknologi WSI yang otomatis dan beresolusi tinggi memungkinkan patolog untuk melakukan telepatologi, yaitu berbagi gambar dengan cepat ke kolega di tempat yang berjauhan melalui internet. Pengembangan kemampuan analisis algoritma gambar pada patologi digital berperan penting bagi penggunaan *biomarker* spesifik untuk terapi yang bersifat personal bagi pasien. Terdapat sejumlah tantangan di bidang patologi digital yang meliputi biaya tinggi, kebutuhan infrastruktur yang kompleks, kualitas dan kecepatan perolehan gambar, standar manajemen data, regulasi, lisensi, dan sikap resistensi dari sebagian patolog terhadap teknologi ini.

Kesimpulan

Patologi digital telah menjadi sarana yang penting bagi penelitian dan patologi klinis yang mengarah kepada pengobatan personal/individual. Walaupun terdapat sejumlah tantangan, namun pengembangan teknik dan validasi yang komprehensif terus dilakukan. Kesiapan para praktisi, institusi kesehatan, dan para pembuat kebijakan di bidang kesehatan sangat dibutuhkan untuk memasuki era patologi digital.

Kata kunci: mikroskop virtual, patologi digital, pencitraan digital, pencitraan preparat utuh, telepatologi.

Facing a Digital Pathology Era: Are We Ready?

Abstract

Background

In line with the rapid development of information technology over the past decade, technology in the field of anatomy pathology has also been growing rapidly.

Objective

This review discusses about a digital pathology system that includes digital imaging, virtual microscopy, whole slide image (WSI) and telepathology along with various challenges.

Content

Digital imaging is anatomic pathology information storage, either gross or preparation microscopic photograph in an electronic format, using digital algorithms for analysis and quantification. Virtual microscopy is a digital scan with high resolution for glass preparation. Magnification of the observed object can be done with the virtual microscope. Virtual preparation showing the overall preparation referred to as whole slide image (WSI) can be seen at a resolution of less than 0.5 μm , checked with interactive software on the computer screen. Automatic and high resolution WSI technology allows pathologists to perform telepathology, namely sharing images quickly to a colleague at a remote place through the internet. Development of capabilities of algorithms image analysis in digital pathology plays an important role for the use of specific biomarker for personalized therapy for patients. There are a number of challenges in the field of digital pathology which include high cost, complex infrastructure needs, the quality and speed of image acquisition, data management standard, regulation, licence, and the resistant attitude of certain pathologists against this technology.

Conclusion

Digital pathology has become an important tool for research and clinical pathology that leads to personal/individual treatment. Although there are a number of challenges, technical development and comprehensive validation continue to be carried out. Readiness on the part of practitioners, healthcare institutions, and policy makers in the field of health is needed to enter the era of digital pathology.

Keywords: virtual microscopy, pathology digital, digital imaging, whole slide image (WSI), telepathology.

Pendahuluan

Meskipun patolog telah menggunakan mikroskop sejak abad ke-17, evolusi teknologi informasi selama dekade terakhir telah memfasilitasi perkembangan, implementasi, dan penggunaan teknologi baru dalam praktek patologi. Teknologi terkini memungkinkan para patolog untuk melihat dan mendiagnosis kasus secara digital melalui sistem patologi digital. Sistem patologi digital mengkonversi preparat kaca individual yang dilihat di bawah mikroskop menjadi gambar-gambar preparat digital beresolusi tinggi yang dilihat dan dianalisis menggunakan komputer. Preparat-preparat digital beserta informasi yang menyertai

dapat dibagikan dengan cepat pada banyak orang di seluruh dunia dan dilihat melalui internet.¹

Patologi Digital

Patologi digital telah sukses diimplementasikan di berbagai negara di dunia untuk edukasi, konferensi patologi klinis, dan penelitian. Adopsi patologi digital untuk tujuan diagnostik meningkat tetapi dalam lingkup yang terbatas, seperti untuk *second opinion* dan *frozen section*. Penggunaannya untuk diagnosis primer pada klinis rutin masih terbatas, terutama di negara-negara Eropa.²

Dalam sistem patologi digital diperkenalkan istilah-istilah pencitraan digital, mikroskopi virtual, *whole slide image* (WSI), dan telepatologi.

Pencitraan Digital

Pencitraan digital adalah penyimpanan informasi patologi anatomi, baik foto gross atau preparat mikroskopis dalam format elektronik. Gambar-gambar yang tersimpan dapat digunakan untuk edukasi, pustaka medis, kontrol kualitas, diagnosis, dan laporan pasien. Selama ini, informasi mikroskopis disimpan dalam kaca preparat yang mudah pecah, dapat memudar, dan memerlukan banyak tempat untuk penyimpanan dan pengarsipan. Pada beberapa tahun terakhir, pencitraan digital muncul sebagai alternatif yang sangat efektif untuk berbagai tujuan.³

Pencitraan digital menggunakan algoritma digital untuk analisis dan kuantifikasi. Perangkat lunak untuk analisis gambar digital digunakan untuk kuantifikasi morfometrik atau intensitas pewarnaan.⁴

Pada tabel di bawah ini tercantum aplikasi dan kelebihan dari pencitraan digital pada patologi anatomi. Pencitraan digital adalah teknik baru untuk pengaturan, perbesaran, pembubuhan keterangan pada gambar-gambar medis. Penyimpanan gambar bersifat permanen.

Tabel Aplikasi Pencitraan Digital dalam Patologi Anatomi³

Aplikasi	Keuntungan
Penyimpanan dan pengarsipan	Mudah diakses, permanen, memerlukan sedikit tempat
Edukasi	Mudah diakses, mudah dibagikan kepada peserta didik, waktu persiapan sedikit, dapat diakses dari lokasi yang jauh, pemeriksaan lebih murah, materi jelas dan konsisten
Diagnosis dan manajemen pasien	Kuantifikasi lebih akurat (contoh: status ER, PR), lebih mudah untuk konsultasi
Pelayanan konsultasi	Transportasi lebih mudah, lebih cepat, lebih murah
Penjaminan mutu	Konsisten di antara laboratorium, biaya rendah, memungkinkan jenis kasus meluas

Mikroskopi Virtual

Mikroskopi virtual adalah pemindaian digital dengan resolusi yang tinggi terhadap preparat kaca. Dengan menggunakan mikroskopi virtual, seorang patolog dapat memperbesar area yang ingin diamati. Mikroskopi virtual yang ada di web dapat diakses oleh para patolog dan memungkinkan konsultasi dan edukasi jarak jauh.³

Whole Slide Image (WSI)

Sejak pengembangan pertama kali oleh Wetzel dan Gilbertson di tahun 1999, sistem *whole-slide imaging* (WSI, pencitraan preparat utuh) telah diaplikasikan pada berbagai praktek patologi. Sistem WSI mencakup sistem iluminasi, komponen optik mikroskop, dan sistem untuk memfokuskan gambar pada kamera. Produk berupa preparat virtual yang memperlihatkan keseluruhan preparat, dapat terlihat pada resolusi kurang dari 0,5 μm , diperiksa dengan perangkat lunak interaktif pada layar komputer. Perangkat lunak meniru karakteristik mikroskop cahaya sehingga ahli patologi dapat menavigasikan dengan bebas gambar digital dari sayatan histologis pada kisaran perbesaran standar (termasuk perbesaran yang memerlukan minyak imersi).⁵

Terdapat sejumlah argumen kuat terhadap penggunaan *whole-slide imaging* (WSI) terhadap diagnosis primer. Dengan teknologi ini, patolog mempunyai akses terhadap gambar beresolusi tinggi yang dapat dilihat lebih luas daripada perbesaran oleh mikroskop cahaya. Gambar-gambar ini dapat dibubuhi keterangan, disimpan untuk penggunaan di kemudian hari, dan dilihat berulang oleh banyak pengguna di lokasi yang berbeda dalam suatu jaringan patologi digital. Keakuratan diagnostik sebanding dengan mikroskop konvensional.

Keuntungan utama dari WSI adalah kemampuan untuk digunakan di mana saja dan kapan saja, meningkatkan akses terhadap opini ahli dari kolega subspesialis, dan kemampuan untuk mengoleksi berbagai opini secara simultan dan mendapatkan pengukuran yang lebih tepat pada parameter seperti ukuran lesi, perluasan invasi, dan jarak dari batas reseksi melalui penggunaan alat analisis digital.²

Telepatologi

Komponen dari sistem telepatologi termasuk peralatan pencitraan digital untuk memperoleh gambar, jaringan telekomunikasi untuk mentransmisikan gambar, dan monitor atau layar untuk melihat gambar-gambar digital. Penggunaan telepatologi biasanya bersamaan, melibatkan komunikasi dua arah antara *host* dan telepatologis.⁶

Bagi patolog, pengetahuan tentang mikroskop virtual berkaitan dengan telepatologi. Teknologi WSI yang otomatis dan beresolusi tinggi memungkinkan patolog untuk berbagi gambar dengan cepat ke kolega di tempat yang berjauhan melalui internet.⁴

Baru-baru ini, studi memunculkan pilihan '*portable telepathology*' yang sangat berguna, hemat biaya, dan mudah untuk digunakan. Sistem tersebut membutuhkan sebuah kamera, adaptor mikroskop universal untuk kamera, dan alat untuk menghubungkan kamera ke komputer, serta perangkat lunak untuk mengirimkan gambar jarak jauh.³

Pada situasi patolog terpisah jauh dari preparat, patologi digital dapat meningkatkan kecepatan bekerja, mengedepankan kasus prioritas, meningkatkan kolaborasi antara patolog, ahli bedah, dan teknologi laboratorium; distribusi beban kerja yang wajar; mengurangi isolasi dari patolog yang bekerja di wilayah yang jauh; dan meningkatkan akses untuk edukasi dan aktivitas jaminan mutu. Untuk sistem jaminan kesehatan dan pasien, patologi digital meningkatkan efisiensi, menurunkan kehilangan dan kerusakan selama transportasi preparat, menurunkan biaya perjalanan patolog dan/atau transportasi spesimen, mengurangi interupsi pelayanan yang disebabkan oleh ketiadaan patolog, menurunkan transfer pasien dan pembedahan dua langkah, dan meningkatkan rekrutmen ahli bedah lokal dan/atau patolog dengan lokasi yang jauh. Singkatnya, patologi digital memfasilitasi peningkatan kualitas dan kelanjutan perawatan.²

Patologi Digital dalam “*Personalized Medicine*”

Analisis gambar menjadi lebih akurat dan dapat digunakan secara berulang untuk mengkuantifikasi berbagai kondisi pada jenis studi yang berbeda, termasuk imunohistokimia,

imunofluoresensi, dan *fluorescent in situ hybridization* (FISH), yang digunakan oleh patologi untuk melakukan diagnostik spesifik dan memandu klinisi untuk membuat keputusan terapi bagi pasien. Berdasarkan pada hasil studi, terapi dapat bersifat personal bagi pasien, pengobatan lebih presisi dan pada targetnya, serta pengawasan kondisi penyakit.

Patologi memerankan peran penting dalam uji *biomarker* spesifik untuk memprediksi respons pasien terhadap agen-agen terapi yang diberikan. Dalam beberapa tahun ini, sejumlah *assay biomarker* spesifik diharapkan berkembang pesat sebagai hasil dari peningkatan jumlah obat yang dikembangkan disertai pelengkap diagnostik. Pemrosesan kasus dalam bentuk digital yang mudah digali kembali sangat penting sehingga keputusan klinis dapat disarikan dan dibuat sebaik mungkin dan bersifat personal/individual.

Herceptin menggarisbawahi peran penting digital patologi dalam menyeleksi terapi yang diberikan pada pasien. Berdasarkan pola dan jumlah protein *human epidermal growth factor receptor 2* (HER2/neu) pada membran kompartemen dari sel-sel kanker payudara yang dinilai dengan imunohistokimia, pengobatan pasien diseleksi dengan antibodi monoklonal Herceptin atau FISH untuk menilai amplifikasi gen HER2/neu. Interpretasi uji imunohistokimia maupun FISH berdasarkan penilaian kuantitatif yang difasilitasi oleh patologi digital dan analisis gambar. Interpretasi yang salah terhadap sinyal HER2/neu dapat menyebabkan pasien yang sesuai tidak diberi pengobatan yang berpotensi menyelamatkan hidupnya, sedangkan pasien yang tidak sesuai diberi pengobatan yang tidak perlu dan mahal dengan potensi efek samping kerusakan jantung.⁷

Berbagai Tantangan dalam Sistem Patologi Digital

Sejumlah isu utama perlu disebutkan sebelum penggunaan patologi digital pada praktek sehari-hari menjadi kenyataan. Sejumlah tantangan meliputi penyimpanan dan pengambilan gambar, *scanner throughput*, dan kecepatan interaksi antar pengguna yang dirasakan belum cukup untuk mendukung volume pekerjaan yang besar. Banyak patologi digital komersial tidak dapat berintegrasi secara efisien dengan sistem informasi lokal. Ketidakmampuan untuk secara efisien melakukan penyesuaian fokus untuk menyesuaikan dengan variasi ketebalan jaringan, terutama untuk preparat sitologi, mewakili tantangan teknologi untuk sistem WSI. Walaupun demikian, teknologi WSI berkembang cepat dan diharapkan keterbatasan teknis akan dapat teratasi.²

Tantangan lainnya dalam patologi digital adalah dibutuhkan biaya tinggi, kebutuhan infrastruktur yang kompleks, kualitas dan kecepatan perolehan gambar, standar manajemen data, dan regulasi. Biaya untuk memiliki, menggunakan, dan merawat sistem WSI sangat tinggi, bergantung pada cakupan patologi digital bila sedang dalam perbaikan. Di luar harga alat pemindai seharga lebih dari US\$100.000–150.000 per buah, biaya untuk melatih staf patologi dan laboratorium, kontrak pelayanan, dukungan teknis selama fase instalasi dan penggunaan, penyimpanan dan pengambilan preparat digital, dan isu regulasi dan lisensi perlu dipikirkan.⁵

Tantangan lain yang tidak kalah pentingnya adalah sikap para praktisi dalam menghadapi perubahan ini. Sejujurnya, cukup banyak ahli patologi anatomi yang tidak mendukung transisi menuju praktek digital. Hal ini disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk pemahaman yang kurang tentang karakter dan detil dari patologi digital, termasuk kelemahannya. Beberapa kasus patologi seperti apusan tebal dari spesimen sitopatologi tidak dapat didiagnosis dengan mudah melalui telepatologi. Faktor lain yang menyebabkan adanya resistensi di antara patologi adalah perasaan bahwa patologi akan mempunyai kontrol yang kurang terhadap mekanisme yang baru ini.

Berbagai upaya untuk menghadapi tantangan yang ada telah dilakukan misalnya dengan melakukan *compression* untuk mengurangi ukuran file gambar hingga kira-kira 1/10 ukuran asal. Pengurangan ukuran file tersebut akan mengurangi waktu transmisi gambar melalui

internet. Penggunaan komunikasi dengan *band-width* yang tinggi juga menolong mempercepat transmisi gambar. Isu legal yang berkaitan dengan pengarsipan dan proteksi data elektronik perlu dipertimbangkan secara serius.³

Akankah Patolog Digantikan oleh Komputer?

Perkembangan perangkat lunak untuk analisis gambar digital relatif lambat. Konsep penggunaan perangkat lunak untuk analisis gambar bukanlah hal baru, namun penetrasi pasar pengguna masih terbatas. Pada awalnya teknik tersebut digunakan untuk skrining ulang apusan Papanicolau, sekarang dikembangkan untuk analisis jaringan. Pengenalan pola algoritma dapat digunakan untuk meningkatkan algoritma kuantifikasi imunohistokimia, seperti bahwa hanya sel-sel tumor atau tipe sel tertentu yang dikuantifikasi. Sensitivitas dan spesivitas algoritma ini perlu dibuktikan dan membutuhkan pengembangan yang tidaklah mudah sebelum program komputer dapat mengungkap kompleksitas dari penyakit pada manusia.⁸

Kesimpulan

Patologi digital telah menjadi sarana yang penting bagi penelitian dan patologi klinis yang mengarah kepada pengobatan personal/individual. Walaupun terdapat sejumlah tantangan dalam sistem patologi digital, namun pengembangan teknik dan validasi yang komprehensif terus dilakukan. Kesiapan para praktisi, institusi kesehatan, dan para pembuat kebijakan di bidang kesehatan untuk memasuki era patologi digital sangat dibutuhkan.

Daftar Pustaka

1. Soenksen D. Advances in digital pathology drive continued momentum and globalization. *Med Lab Observer*; 2009; 41(3):31.
2. Te`tu B, Evans A. Canadian licensure for the use of digital pathology for routine diagnoses. One more step toward a new era of pathology practice without borders. *Arch Pathol Lab Med*. 2014; 138:302-4.
3. Gabril MY, Yousef GM. Informatics for practising anatomical pathologists: marking a new era in pathology practice. *Modern Pathol*. 2010; 23:349-58.
4. Słodkowska J, Rojo MG. Digital pathology in personalized cancer therapy. *Folia Histochem Cytobiol*. 2011; 49(4):570-8.
5. Ghaznavi F, Evans A, Madabhushi A, Feldman M. Digital imaging in pathology: whole-slide imaging and beyond. *Annu Rev Pathol Mech Dis*. 2013; 8:331–59.
6. Pantanowitz L. Digital images and the future of digital pathology. *J Pathol Inform* 2010; 1-15.
7. Singh A, Robert M. Diagnosis for digital pathology. *Med Lab Observer* 2009; 41(7): 28.
8. Hedvat CV. Digital microscopy: past, present, and future. *Arch Pathol Lab Med*. 2010; 134: 1666-70.