
BACAAN PENGETAHUAN UMUM

MENGENAL KERTAS

*Sejarah, Karakteristik,
dan Proses Pembuatannya*



REZA OKTIANA AKBAR
PRIMA ALEXANDRA MUHAJIR

BACAAN PENGETAHUAN UMUM

MENGENAL KERTAS

*Sejarah, Karakteristik,
dan Proses Pembuatannya*



REZA OKTIANA AKBAR

PRIMA ALEXANDRA MUHAJIR



PENERBIT INSAN CERDAS BERMARTABAT

MENGENAL KERTAS

Sejarah, Karakteristik, dan Proses Pembuatannya

Penulis : Reza Oktiana Akbar. Prima Alexandra Muhajir
Editor : Tim Penerbit Insan Cerdas Bermartabat Tata
Letak : Tim Kreatif Insan Cerdas Bermartabat
Desain Sampul : Tim Kreatif Insan Cerdas Bermartabat
Ukuran : 14,8 cm × 21 cm (A5)
Tebal : iv + 75 halaman
ISBN : 978-602-72210-4-8

Cetakan Pertama: 2015

KATALOG DALAM TERBITAN (KDT)

Akbar, Reza Oktiana; Muhajir, Prima Alexandra

Mengenal kertas: sejarah, karakteristik, dan proses pembuatannya / Reza Oktiana Akbar, Prima Alexandra Muhajir. — Cetakan pertama. — Ciamis: Penerbit Insan Cerdas Bermartabat, 2015.

iv + 75 halaman; 14,8 × 21 cm.

ISBN: 978-602-72210-4-8

1. Kertas — Sejarah. 2. Kertas — Pembuatan.
I. Judul.

676

Hak Cipta © 2015 pada Penulis dan Penerbit

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan sebagian maupun seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit. Isi di luar tanggung jawab percetakan.



DITERBITKAN OLEH

PENERBIT INSAN CERDAS BERMARTABAT

Lingkungan Bangunsari I, RT. 01/RW. 05, Kelurahan Benteng,

Kecamatan Ciamis, Kabupaten Ciamis 46217

Telepon: (0265) 772879 · WhatsApp: 082215088668

Surel: penerbit.insancerdas@gmail.com

Instagram: @penerbit.insancerdas · Facebook: Penerbit Insan Cerdas

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya buku kecil ini. Gagasan menulisnya muncul dari sebuah pertanyaan sederhana yang ternyata sulit dijawab: sebenarnya kertas itu apa, dan dari mana asalnya?

Kertas adalah benda yang kita pegang hampir setiap hari, namun jarang sekali kita pertanyakan. Padahal di belakangnya terbentang cerita panjang — seorang pejabat istana Tiongkok pada abad kedua, sebuah pertempuran di Asia Tengah, kincir air di kota kecil Italia, kulit kayu yang dipukul melebar di Jawa, sampai mesin sepanjang seratus meter yang bekerja siang dan malam.

Buku ini disusun dalam tujuh bab. Bab 1 memperkenalkan kertas dan ragamnya. Bab 2 menelusuri bahan tulis sebelum kertas. Bab 3 menceritakan lahirnya kertas dan perjalanannya ke barat. Bab 4 menoleh ke Nusantara. Bab 5 membahas sifat-sifat kertas yang membedakan satu jenis dari yang lain. Bab 6 menguraikan proses pembuatannya dari kayu sampai gulungan. Bab 7 menutup dengan persoalan lingkungan dan kedudukan kertas di zaman layar. Dua lampiran, glosarium, dan indeks melengkapi bagian akhir.

Buku ini ditulis sebagai bacaan, bukan sebagai pegangan teknis. Angka disajikan seperlunya dan selalu disertai keterangan bahwa ia perkiraan; daftar pustaka di bagian belakang dapat menjadi titik berangkat bagi yang ingin menelusuri lebih jauh. Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, serta kepada Penerbit Insan Cerdas Bermartabat yang berkenan menerbitkannya. Semoga bermanfaat.

Ciamis, 2015
Penulis,

DAFTAR ISI

<i>Kata Pengantar</i>	iii
<i>Daftar Isi</i>	iv
BAB 1 KERTAS DI SEKITAR KITA	1
1.1 Benda yang Terlalu Biasa untuk Diperhatikan	1
1.2 Apa Sebenarnya Kertas Itu	2
1.3 Ragam Kertas dan Kegunaannya	3
1.4 Kertas dan Peradaban	5
1.5 Mengenali Kertas dengan Indra	5
BAB 2 SEBELUM ADA KERTAS	8
2.1 Batu, Tanah Liat, dan Lempeng Logam	8
2.2 Papyrus dari Lembah Nil	9
2.3 Perkamen dari Kulit Hewan	10
2.4 Bambu dan Sutra di Tiongkok	12
2.5 Lontar dan Kulit Kayu di Nusantara	12
2.6 Mengapa Semua Bahan Itu Kalah	13
BAB 3 LAHIRNYA KERTAS	16
3.1 Cai Lun dan Tahun 105 Masehi	16
3.2 Rahasia yang Dijaga Berabad-abad	17
3.3 Pertempuran Talas dan Jalan ke Barat	18
3.4 Samarkand, Baghdad, dan Damaskus	18
3.5 Kertas Memasuki Eropa	19
3.6 Mesin Cetak dan Ledakan Kebutuhan	20
3.7 Dari Kain Rombeng ke Kayu	21
BAB 4 KERTAS DI NUSANTARA	25
4.1 Daluang, Kertas dari Kulit Kayu	25
4.2 Kertas pada Masa Kolonial	26
4.3 Pabrik Kertas Pertama	27
4.4 Industri Kertas Indonesia Kini	27
4.5 Kertas, Sekolah, dan Kantor	28
BAB 5 MENGENAL SIFAT KERTAS	32
5.1 Serat, Bahan Dasar Segalanya	32
5.2 Gramatur dan Ketebalan	33
5.3 Arah Serat	34
5.4 Kekuatan Kertas	35
5.5 Derajat Putih dan Kehalusan	36
5.6 Daya Serap dan Kadar Air	37
5.7 Keasaman dan Keawetan	38
5.8 Ukuran Kertas Seri A, B, dan F	39
5.9 Membaca Keterangan pada Bungkus Kertas	40
5.10 Tanda Air dan Ciri Pengaman	43
BAB 6 DARI KAYU MENJADI KERTAS	46
6.1 Bahan Baku	47
6.2 Membuat Pulp Secara Mekanis	48
6.3 Membuat Pulp Secara Kimia	48
6.4 Pemutihan	50
6.5 Penggilingan dan Pencampuran	50
6.6 Mesin Kertas	51
6.7 Penyempurnaan dan Penggulungan	53
6.8 Kertas Daur Ulang	53
6.9 Menjaga Mutu di Sepanjang Mesin	54
BAB 7 KERTAS, LINGKUNGAN, DAN MASA DEPAN	58
7.1 Berapa Pohon untuk Selembar Kertas	58
7.2 Air, Energi, dan Limbah	59
7.3 Daur Ulang dan Batasnya	60
7.4 Kertas di Zaman Layar	61
7.5 Merawat Kertas di Rumah dan di Kantor	62
LAMPIRAN 1 UKURAN DAN GRAMATUR KERTAS	66
LAMPIRAN 2 GARIS WAKTU SEJARAH KERTAS	69
GLOSARIUM	71
DAFTAR PUSTAKA	74
INDEKS	75

KERTAS DI SEKITAR KITA

Benda yang saban hari kita pegang tanpa pernah kita perhatikan

1.1 BENDA YANG TERLALU BIASA UNTUK DIPERHATIKAN

Cobalah menghitung berapa kali Anda menyentuh kertas hari ini. Barangkali dimulai dari secarik struk belanja di pagi hari, lalu lembar tugas anak yang tergeletak di meja, kardus pembungkus paket yang datang siang tadi, tisu di kamar mandi, uang kertas di dompet, sampai halaman buku yang sedang Anda pegang sekarang. Kita hidup dikelilingi kertas, tetapi hampir tidak pernah memikirkannya.

Barangkali justru karena itulah kertas menarik. Benda yang paling sering dipakai biasanya paling jarang dipertanyakan. Padahal di balik selembarnya tersimpan cerita panjang: seorang pegawai istana di Tiongkok dua ribu tahun yang lalu, sebuah pertempuran di tepi sungai di Asia Tengah, kincir air di kota kecil Italia, mesin sepanjang lapangan sepak bola yang berputar siang dan malam, dan seonggok kayu yang diurai menjadi serat halus.

Buku kecil ini mengajak Anda menoleh sejenak kepada benda yang terlalu biasa itu. Kita akan menelusuri tiga hal: dari mana kertas berasal, apa saja sifat yang membuat satu kertas berbeda dari kertas lain, dan bagaimana sebenarnya kertas dibuat. Tidak ada rumus rumit di dalamnya. Yang ada hanyalah cerita, beberapa angka seperlunya, dan sejumlah gambar yang mudah-mudahan menolong.

SEKADAR GAMBARAN

Rata-rata penduduk dunia memakai kertas sekitar lima puluh kilogram setiap tahun. Angka itu sangat timpang: di negara-negara industri pemakaiannya berlipat kali lebih besar daripada di negara berpendapatan rendah. Meski begitu, hampir tidak ada tempat di bumi ini yang penduduknya benar-benar hidup tanpa kertas.

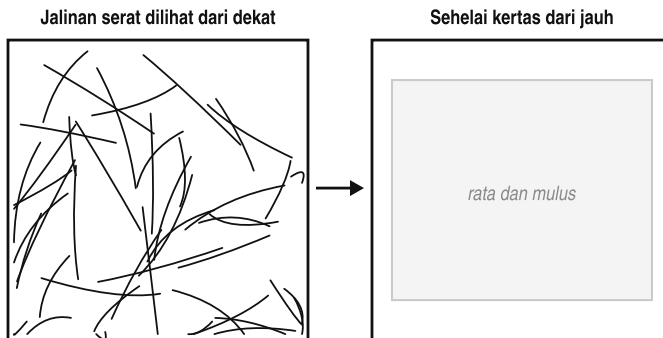
1.2 APA SEBENARNYA KERTAS ITU

Secara sederhana, kertas adalah lembaran tipis yang terbentuk dari serat tumbuhan yang saling menjalin. Definisi itu terdengar terlalu ringkas, tetapi tiga kata di dalamnya menyimpan seluruh rahasianya: *serat*, *menjalin*, dan *lembaran*.

Serat adalah benang-benang halus penyusun batang, dahan, dan daun tumbuhan. Bahan utamanya bernama selulosa. Panjang serat berkisar antara kurang dari satu milimeter sampai beberapa milimeter — cukup panjang untuk saling mengait, cukup pendek untuk dapat dituang bersama air.

Menjalin berarti serat-serat itu tidak dilem satu per satu, melainkan bertautan sendiri ketika air di antaranya menghilang. Inilah keajaiban kecil yang membuat kertas mungkin ada: serat selulosa yang basah, ketika saling didekatkan lalu dikeringkan, akan melekat tanpa perlu perekat tambahan. Ikatan yang terbentuk memang lemah bila dihitung satu per satu, tetapi jumlahnya jutaan dalam secarik kertas seukuran perangko.

Lembaran berarti bentuknya tipis dan mendatar, jauh lebih lebar daripada tebalnya. Sehelai kertas tulis biasa tebalnya kira-kira sepersepuluh milimeter, sementara lebarnya dua puluh satu sentimeter. Kalau kertas itu diperbesar sampai setebal sebuah kasur, lebarnya akan melebihi panjang lapangan bola.



Gambar 1.1 Dari dekat kertas berupa jalinan serat yang semrawut; dari jarak biasa ia tampak rata dan mulus.

POKOK PIKIRAN

Kertas bukan bahan yang dicetak dari cairan seperti plastik, bukan pula ditenun seperti kain. Kertas adalah **anyaman acak**: serat yang dijatuhkan dari air ke atas saringan, lalu dibiarkan mengering sampai saling mengunci.

Karena itu, semua yang menentukan mutu kertas sesungguhnya berpangkal pada dua pertanyaan: serat apa yang dipakai, dan bagaimana serat itu diperlakukan sebelum menjadi lembaran. Dua pertanyaan itulah yang akan kita ikuti sampai bab terakhir.

1.3 RAGAM KERTAS DAN KEGUNAANNYA

Kata "kertas" sebenarnya menaungi keluarga besar yang anggotanya sangat beragam. Kertas koran dan kertas uang sama-sama disebut kertas, padahal keduanya nyaris tidak punya kesamaan selain bahan dasarnya. Tabel berikut memberi gambaran kasar tentang keragaman itu.

Jenis	Ciri dan penggunaannya
Kertas koran	Tipis, agak kelabu, murah, cepat menguning; dibuat untuk dibaca sehari lalu dibuang.
Kertas tulis dan cetak	Putih, licin, cukup tebal untuk tidak tembus pandang; dipakai untuk buku, surat, dan dokumen.
Kertas seni	Bermuka halus dan mengkilap karena dilapisi; untuk majalah dan cetakan bergambar.
Kertas tisu	Sangat tipis, lembut, dan sangat menyerap; tidak dituntut kuat.
Kertas bungkus dan karton	Tebal, liat, dan kuat; dituntut menahan beban, bukan menampilkan tulisan.
Kertas khusus	Kertas uang, kertas saring, kertas rokok, kertas gambar, kertas kalkir, dan sejenisnya.

Tabel 1.1 Enam kelompok besar kertas dan cirinya.

Perhatikan bahwa yang membedakan kelompok-kelompok itu bukanlah bahan bakunya — hampir semuanya berasal dari serat tumbuhan — melainkan **tuntutan pemakaiannya**. Kertas tisu sengaja dibuat lemah agar mudah hancur; kertas karton sengaja dibuat kaku agar sanggup menahan beban. Keduanya baik, karena masing-masing memenuhi tugas yang berbeda.

CATATAN

Karena itu, pertanyaan "kertas mana yang paling bagus?" sebenarnya tidak dapat dijawab tanpa disertai keterangan "bagus untuk apa". Kertas uang yang tahan diremas ribuan kali akan menjadi kertas cetak yang buruk; kertas seni yang mengkilap akan menjadi tisu yang menyedihkan.

1.4 KERTAS DAN PERADABAN

Ada satu hal yang membuat kertas lebih penting daripada sekadar bahan pembungkus, yaitu perannya sebagai *tempat menyimpan ingatan*. Sebelum kertas ditemukan, menuliskan sesuatu adalah pekerjaan mahal. Batu harus dipahat, lempeng tanah liat harus dibakar, kulit hewan harus dikerok dan disamak berhari-hari. Menulis, karena itu, hanya mungkin dilakukan oleh segelintir orang untuk hal-hal yang dianggap sangat penting.

Kertas mengubah hitungan itu. Bahan bakunya berlimpah, pembuatannya dapat diperbanyak, dan harganya jatuh terus-menerus selama berabad-abad. Menulis berubah dari kemewahan menjadi kebiasaan. Ketika mesin cetak muncul pada abad kelima belas, dua penemuan itu bertemu dan hasilnya adalah ledakan bacaan yang belum pernah terjadi sebelumnya.

Sejarah kertas bukan sejarah sebuah benda, melainkan sejarah tentang seberapa murah manusia dapat menyimpan pikirannya.

Kita akan melihat pada bab-bab berikutnya bahwa perjalanan kertas selalu berjalan seiring dengan perjalanan pengetahuan. Ke mana pun kertas sampai, di sana bermunculan sekolah, kantor, arsip, dan perpustakaan. Bukan karena kertas menciptakan semua itu, melainkan karena semua itu menjadi jauh lebih mudah setelah ada kertas.

1.5 MENGENALI KERTAS DENGAN INDRA

Sebelum ada alat ukur, para pembuat dan pedagang kertas menilai barangnya dengan tangan, mata, dan telinga. Cara itu masih dipakai sampai hari ini, dan siapa pun dapat mencobanya.

LIMA CARA SEDERHANA

1. **Terawang.** Angkat kertas ke arah cahaya. Kertas yang bagus tampak rata tembusnya; kertas yang murah memperlihatkan bercak terang dan gelap karena seratnya menggumpal tidak merata.
2. **Raba.** Usap permukaannya. Kertas berlapis terasa dingin dan licin; kertas tulis biasa terasa sedikit berpori; kertas gambar terasa berbutir.
3. **Kibaskan.** Kertas yang kering dan berkualitas berbunyi nyaring dan renyah. Kertas yang lembap berbunyi tumpul.
4. **Sobek sedikit di pojok.** Amati tepi robekannya. Serat yang panjang menyisakan bulu halus; kertas berserat pendek putus lebih rata.
5. **Tetesi air.** Setetes air pada kertas tulis akan bertahan sejenak sebagai butir; pada kertas isap ia langsung merembes.

Kelima cara itu tentu tidak menggantikan pengukuran di laboratorium. Namun ia menolong kita menyadari satu hal penting: kertas bukan bahan yang seragam. Dua lembar yang tampak sama di rak toko dapat sangat berbeda ketika dipegang, dicetak, atau dilipat.

TAHUKAH ANDA

Pada kertas buatan tangan, sisi yang menempel pada saringan disebut sisi kasa dan sisi sebaliknya disebut sisi kain. Keduanya berbeda halusnya. Kertas mesin pun demikian: sisi yang menghadap kain saring selalu sedikit berbeda dari sisi atasnya. Percetakan yang cermat memperhatikan sisi mana yang dicetak lebih dahulu.

RANGKUMAN BAB 1

- Kertas adalah lembaran tipis yang terbentuk dari serat tumbuhan yang saling menjalin dan mengunci ketika mengering.
 - Mutu kertas ditentukan oleh serat yang dipakai dan cara serat itu diperlakukan.
 - Ragam kertas dibedakan oleh tuntutan pemakaian, bukan oleh bahan bakunya.
 - Kertas menurunkan biaya menyimpan tulisan, dan karena itu ikut mengubah jalan peradaban.
 - Mutu kertas dapat dikenali secara sederhana dengan diterawang, diraba, dikibaskan, disobek sedikit, dan ditetesi air.
-

SEBELUM ADA KERTAS

Berbagai cara manusia menyimpan tulisan sebelum abad kedua

Keinginan menulis jauh lebih tua daripada kertas. Selama ribuan tahun manusia menuliskan pikirannya pada apa saja yang tersedia di sekitarnya: batu, tanah, kulit, daun, tulang, bahkan kain sutra. Semua bahan itu bekerja, tetapi masing-masing punya kelemahan yang sama: mahal, berat, atau langka. Untuk mengerti mengapa kertas begitu berarti, kita perlu berkenalan lebih dulu dengan pendahulunya.

2.1 BATU, TANAH LIAT, DAN LEMPENG LOGAM

Tulisan tertua yang sampai kepada kita terpahat pada bahan yang keras. Prasasti batu dipilih justru karena sulit dirusak: pesan yang dipahat pada batu dimaksudkan untuk bertahan selama mungkin. Di Nusantara kita mengenal prasasti-prasasti kerajaan yang usianya lebih dari seribu tahun dan hurufnya masih terbaca.

Di Mesopotamia orang menulis pada lempeng tanah liat basah dengan alat berujung baji. Setelah selesai, lempeng itu dijemur atau dibakar sehingga mengeras. Cara ini mengagumkan hasilnya: lempeng-lempeng dari empat ribu tahun yang lalu masih dapat dibaca hari ini, bahkan sebagian justru terselamatkan karena ikut terbakar ketika kotanya hancur.

TAHUKAH ANDA

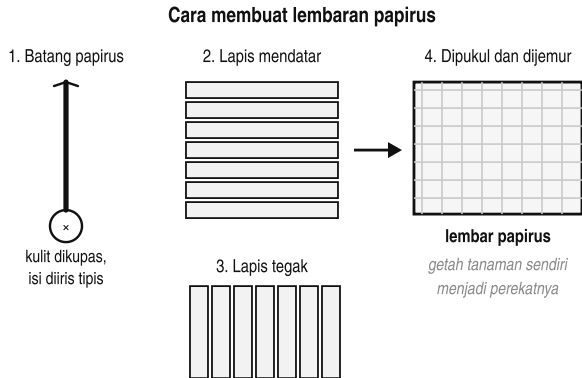
Kelebihan bahan keras adalah keawetannya, kelemahannya adalah beratnya. Sebuah perpustakaan berisi seribu lempeng tanah liat beratnya berton-ton dan tidak mungkin dibawa bepergian. Ilmu pengetahuan yang tersimpan pada bahan seberat itu sukar disebarkan.

Bahan keras yang lain juga dipakai. Orang Romawi memakai lempeng kayu berlapis lilin untuk catatan sehari-hari: tulisan digores dengan jarum logam, dan bila sudah tidak diperlukan lilinnya diratakan kembali sehingga lempeng itu dapat dipakai ulang. Ini adalah cikal bakal papan tulis — hemat, tetapi jelas tidak dapat dipakai menyimpan apa pun untuk waktu lama.

Di berbagai tempat lain orang menulis pada tulang, tempurung, cangkang kerang, pelepah, dan kulit kayu. Pilihan bahan hampir selalu ditentukan oleh apa yang tumbuh atau tergeletak di sekitar. Inilah ciri bersama semua bahan tulis sebelum kertas: *ia diambil, bukan dibuat*.

2.2 PAPIRUS DARI LEMBAH NIL

Kemajuan besar pertama datang dari Mesir kuno. Di tepi Sungai Nil tumbuh tanaman papirus, sejenis rumput air berbatang tinggi. Batangnya dikupas, bagian dalamnya diiris menjadi pita-pita tipis, lalu pita itu disusun berdampingan dalam dua lapisan yang saling bersilangan. Setelah dipukul-pukul dan dijemur, getah tanaman itu sendiri merekatkan kedua lapisan menjadi satu lembar.



Gambar 2.1 Empat langkah membuat lembaran papirus.

Hasilnya ringan, dapat digulung, dan cukup murah bagi ukuran zamannya. Papirus menjadi bahan tulis utama di sekitar Laut Tengah selama lebih dari tiga ribu tahun. Namun ada satu batas yang tidak dapat ditembus: papirus hanya dapat dibuat di tempat tanaman itu tumbuh. Selama berabad-abad Mesir memegang kendali atas pasokannya, dan setiap kali hubungan dagang terganggu, dunia tulis-menulis di sekelilingnya ikut terganggu.

CATATAN

Papirus bukan kertas, walaupun kata *paper* dalam bahasa Inggris berasal dari namanya. Perbedaannya mendasar: pada papirus serat tetap utuh sebagai pita yang disusun, sedangkan pada kertas serat diurai lebih dulu menjadi bubur lalu dibentuk ulang menjadi lembaran. Papirus disusun; kertas dituang.

2.3 PERKAMEN DARI KULIT HEWAN

Ketika pasokan papirus tersendat, orang beralih ke bahan lain: kulit hewan. Kulit kambing, domba, atau anak sapi direndam

dalam air kapur, dibersihkan dari bulu dan lemak, diregangkan pada bingkai, lalu dikerok tipis-tipis sampai halus. Bahan yang dihasilkan disebut perkamen; yang paling halus, dari kulit anak sapi, disebut velum.

Perkamen jauh lebih kuat dan lebih awet daripada papirus. Ia dapat ditulisi di kedua sisinya, dapat dilipat tanpa patah, dan karena itu memungkinkan lahirnya bentuk buku bertumpuk halaman yang kita kenal sekarang, menggantikan gulungan panjang. Banyak naskah kuno Eropa bertahan sampai hari ini justru karena ditulis di atas perkamen.

Tetapi harganya luar biasa mahal. Satu ekor hewan hanya menghasilkan beberapa lembar. Sebuah kitab tebal dapat menghabiskan kulit puluhan sampai ratusan ekor ternak. Dengan harga setinggi itu, menulis buku adalah pekerjaan yang hanya sanggup dibiayai istana, biara, atau orang yang sangat kaya.

Bahan	Kelebihan	Kelemahan
Batu	Sangat awet	Berat, lambat dikerjakan
Tanah liat	Murah, awet bila dibakar	Berat dan mudah pecah
Papirus	Ringan, dapat digulung	Bahan hanya ada di satu daerah; getas bila lembap
Perkamen	Kuat, dua sisi, awet	Sangat mahal
Bambu	Bahan berlimpah	Amat berat dan makan tempat
Sutra	Ringan dan halus	Terlalu mahal untuk keperluan sehari-hari

Tabel 2.1 Bahan tulis sebelum kertas beserta kelebihan dan kelemahannya.

2.4 BAMBU DAN SUTRA DI TIONGKOK

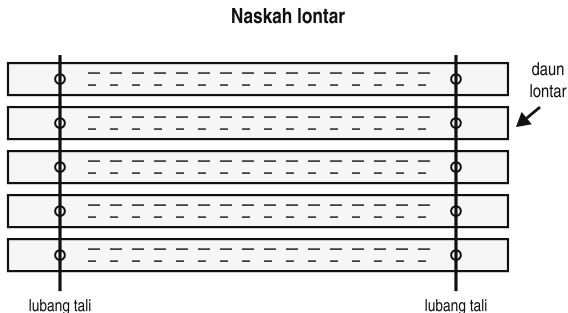
Di Tiongkok, tulisan mula-mula digoreskan pada tulang dan tempurung kura-kura, lalu berpindah ke bilah bambu dan kayu. Bilah-bilah itu ditulisi memanjang lalu dirangkai dengan tali menjadi gulungan. Sistem ini bekerja rapi, tetapi bebannya luar biasa. Sebuah kitab dapat berbentuk beberapa peti bilah bambu; ada catatan tentang pejabat yang harus mengangkut naskah dengan gerobak untuk dibawa menghadap kaisar.

Bahan yang lebih ringan sudah dikenal, yaitu kain sutra. Sutra halus, ringan, dan enak ditulisi dengan kuas. Sayangnya sutra adalah barang mewah. Memakai sutra untuk catatan harian sama saja dengan memakai kain pesta untuk lap dapur.

Di sinilah tersedia semua bahan bagi lahirnya kertas: sebuah negeri yang sangat gemar menulis, sudah memiliki kuas dan tinta yang baik, dan tengah terdesak oleh dua pilihan yang sama-sama tidak memuaskan — terlalu berat atau terlalu mahal. Kertas lahir persis dari kebuntuan itu, dan kisahnya akan kita ikuti pada bab berikutnya.

2.5 LONTAR DAN KULIT KAYU DI NUSANTARA

Di kepulauan kita sendiri, bahan tulis yang paling terkenal adalah daun lontar. Daun pohon lontar dipilih yang tua, direbus, dijemur, ditekan sampai rata, lalu dipotong menjadi lembar panjang. Tulisan digoreskan dengan pisau kecil bernama pengutik, dan goresan itu kemudian dihitamkan dengan jelaga agar terbaca.



Gambar 2.2 Naskah lontar: lembar daun berlubang dua, dirangkai tali, dijepit papan pengapit.

Naskah lontar dijumpai di Bali, Jawa, Lombok, Sulawesi Selatan, dan banyak daerah lain. Umurnya dapat mencapai ratusan tahun bila dirawat dengan benar — diminyaki secara berkala dan disimpan di tempat kering. Sampai hari ini ribuan naskah lontar masih tersimpan di perpustakaan dan rumah-rumah penduduk.

Selain lontar, Nusantara juga mengenal bahan tulis dari kulit kayu yang dipukul melebar. Bahan itu bernama daluang, dan karena kedudukannya yang khas dalam sejarah kertas Indonesia, ia akan dibicarakan tersendiri pada Bab 4.

2.6 MENGAPA SEMUA BAHAN ITU KALAH

Bila kita berdiri di abad pertama Masehi dan menimbang semua bahan tulis yang tersedia, kesimpulannya kira-kira begini. Ada bahan yang awet tetapi berat. Ada yang ringan tetapi langka. Ada yang kuat tetapi mahal. Tidak ada satu pun yang sekaligus murah, ringan, dan dapat dibuat di mana saja.

Kertas kelak memenuhi ketiganya, dan itulah sebabnya ia menang. Bahan bakunya dapat berupa apa saja yang berserat: kulit kayu, rami, jerami, bahkan kain bekas. Beratnya hanya sepersekian bahan lain. Dan yang paling penting, ia dapat dibuat

di mana pun asalkan ada air, tumbuhan berserat, dan seorang yang tahu caranya.

Bahan	Ringan?	Murah?	Dapat dibuat di mana saja?
Tanah liat	tidak	ya	ya
Papirus	ya	sedang	tidak
Perkamen	ya	tidak	ya
Bambu	tidak	ya	sebagian
Sutra	ya	tidak	sebagian
Lontar	ya	ya	sebagian
Kertas	ya	ya	ya

Tabel 2.2 Kertas adalah satu-satunya bahan yang memenuhi ketiga syarat sekaligus.

POKOK PIKIRAN

Semua bahan tulis sebelum kertas memiliki satu keterbatasan yang sama: jumlahnya dibatasi oleh alam. Sehelai daun, sekeping kulit, sebatang papirus — semuanya harus dipakai apa adanya. Kertas memutus batas itu dengan cara yang cerdas: bahannya diurai dulu, baru dibentuk sekehendak pembuatnya.

RANGKUMAN BAB 2

- Batu dan tanah liat awet tetapi berat; sulit dipakai menyebarkan pengetahuan.
 - Papyrus ringan dan dapat digulung, tetapi bahannya hanya tumbuh di daerah tertentu.
 - Perkamen kuat dan awet, tetapi sangat mahal karena berasal dari kulit hewan.
 - Bambu berlimpah tetapi berat; sutra ringan tetapi mewah.
 - Nusantara mengenal daun lontar dan kulit kayu sebagai bahan tulis.
 - Kertas berbeda dari semuanya karena seratnya diurai lebih dahulu, lalu dibentuk ulang.
-

LAHIRNYA KERTAS

Dari halaman istana Han sampai kincir air di Eropa

3.1 CAI LUN DAN TAHUN 105 MASEHI

Dalam kitab sejarah Dinasti Han Akhir tercatat sebuah peristiwa kecil yang kelak berakibat besar. Pada tahun 105 Masehi, seorang pejabat istana bernama Cai Lun melaporkan kepada kaisar sebuah cara baru membuat bahan tulis. Bahannya sederhana dan murah: kulit kayu murbei, sisa rami, jala ikan bekas, dan kain rombeng.

Bahan-bahan itu direndam, ditumbuk sampai halus, lalu dicampur air sehingga menjadi bubur encer. Bubur itu diciduk dengan saringan berbingkai. Air lolos ke bawah, serat tertinggal di atas saringan sebagai lapisan tipis. Lapisan itu kemudian dipindahkan, ditekan, dan dijemur. Jadilah selembur kertas.

POKOK PIKIRAN

Gagasan Cai Lun sesungguhnya terletak pada satu langkah: **mengurai serat sampai lepas satu per satu, lalu menyusunnya kembali di atas saringan.** Sejak saat itu manusia tidak lagi terikat pada bentuk asli bahan bakunya. Selebar apa pun lembaran yang dikehendaki, tinggal dibuat saringan sebesar itu.

Perlu ditambahkan satu catatan kejujuran. Penggalan arkeologi pada abad kedua puluh menemukan serpih kertas di Tiongkok yang usianya lebih tua daripada tahun 105, bahkan ada yang diperkirakan berasal dari dua abad sebelum Masehi. Artinya, kertas kemungkinan sudah dikenal sebelum Cai Lun. Jasa Cai Lun barangkali lebih tepat disebut sebagai penyempurnaan dan pembakuan: ia menjadikan kertas cukup baik dan cukup murah untuk dipakai secara luas, lalu melaporkannya kepada istana sehingga tercatat dalam sejarah.

CATATAN

Cerita semacam ini sering dijumpai dalam sejarah penemuan. Nama yang dikenang biasanya bukan orang pertama yang mencoba, melainkan orang yang membuat penemuan itu berhasil dan tercatat. Menyebut Cai Lun sebagai "penemu kertas" tidak sepenuhnya keliru, asalkan kita ingat bahwa di belakangnya ada banyak tangan yang tak tercatat namanya.

3.2 RAHASIA YANG DIJAGA BERABAD-ABAD

Selama beberapa abad sesudahnya, cara membuat kertas hampir sepenuhnya menjadi milik Tiongkok. Kertas menyebar ke Korea dan kemudian ke Jepang pada awal abad ketujuh, dibawa oleh para biksu bersama naskah-naskah agama. Di Jepang kepandaian itu tidak sekadar ditiru, melainkan dikembangkan menjadi seni tersendiri; kertas buatan tangan Jepang sampai hari ini terkenal halus dan liat.

Ke arah barat, penyebarannya jauh lebih lambat. Ada beberapa sebabnya. Jarak dan gurun menjadi penghalang alami. Kepandaian membuat kertas juga bukan sesuatu yang dapat ditiru hanya dengan melihat hasilnya; orang harus tahu bahan

apa yang direndam, berapa lama ditumbuk, dan bagaimana saringan digerakkan. Pengetahuan semacam itu berpindah bersama orangnya, bukan bersama barangnya.

3.3 PERTEMPURAN TALAS DAN JALAN KE BARAT

Pada tahun 751 Masehi terjadi pertempuran di tepi Sungai Talas, di wilayah yang kini termasuk Asia Tengah, antara pasukan Dinasti Tang dan pasukan Kekhalifahan Abbasiyah. Pasukan Tang kalah, dan sejumlah tawanan dibawa ke barat. Menurut cerita yang kemudian sangat masyhur, di antara tawanan itu terdapat orang-orang yang menguasai cara membuat kertas, dan dari merekalah kepandaian itu sampai ke dunia Islam.

CATATAN

Sejarawan masa kini bersikap hati-hati terhadap cerita ini. Sumber tertua yang menyebutnya ditulis beberapa abad setelah peristiwanya, dan ada petunjuk bahwa kertas sudah dikenal di Asia Tengah sebelum tahun 751. Yang tidak diragukan adalah kenyataannya: sesudah pertengahan abad kedelapan, pembuatan kertas berkembang pesat di wilayah itu.

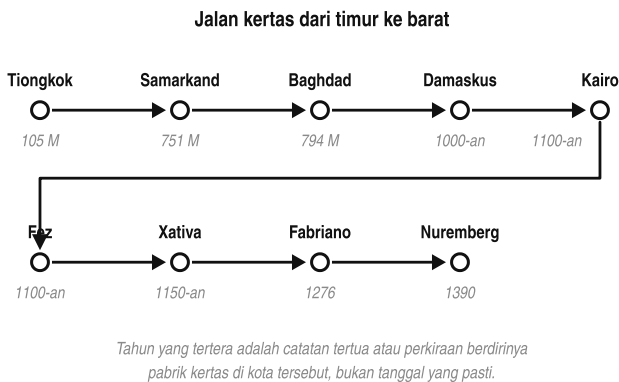
3.4 SAMARKAND, BAGHDAD, DAN DAMASKUS

Samarkand menjadi pusat pembuatan kertas yang termasyhur. Kota itu punya air melimpah, rami dan kapas yang berlimpah pula, serta letak yang strategis di jalur perdagangan. Kertas Samarkand dikenal halus dan kuat, dan namanya sampai jauh ke barat.

Menjelang akhir abad kedelapan, pabrik kertas berdiri di Baghdad, ibu kota Kekhalifahan Abbasiyah yang sedang berada di

puncak kejayaan. Kertas datang tepat pada waktunya. Baghdad saat itu menjadi pusat penerjemahan besar-besaran: naskah Yunani, Persia, dan India diterjemahkan ke dalam bahasa Arab. Pekerjaan sebesar itu menuntut bahan tulis yang murah dan berlimpah, dan kertas menjawabnya.

Dari Baghdad kepandaian itu menyebar ke Damaskus, Kairo, dan menyeberang ke Afrika Utara sampai Fez. Selama beberapa abad, dunia Islam adalah pemasok kertas bagi kawasan Laut Tengah, termasuk bagi Eropa yang saat itu masih memakai perkamen.



Gambar 3.1 Jalur penyebaran kepandaian membuat kertas dari timur ke barat.

3.5 KERTAS MEMASUKI EROPA

Pintu masuk kertas ke Eropa ada dua: Semenanjung Iberia dan Sisilia, keduanya wilayah yang lama berada dalam kekuasaan Islam. Di kota Xàtiva, di wilayah Valencia, pembuatan kertas sudah berlangsung pada pertengahan abad kedua belas. Dari sana kepandaian itu merambat ke utara.

Loncatan terpenting terjadi di Fabriano, sebuah kota kecil di Italia tengah, pada abad ketiga belas. Di sana para pembuat kertas memperkenalkan tiga pembaruan yang mengubah segalanya:

1. **Penumbuk bertenaga kincir air.** Menumbuk bahan tidak lagi dilakukan dengan tangan, melainkan oleh palu-palu kayu yang digerakkan roda air. Hasilnya lebih halus, lebih seragam, dan jauh lebih banyak.
2. **Perekat dari gelatin hewan.** Lembaran dicelup ke dalam larutan gelatin agar tinta tidak merembes. Kertas Eropa menjadi lebih cocok untuk pena bertinta.
3. **Tanda air.** Bentuk kawat dijahitkan pada saringan sehingga meninggalkan bayangan pada lembaran. Tanda air menjadi cap pembuat sekaligus jaminan mutu — dan kelak menjadi pengaman uang kertas.

Dari Italia kertas menyebar ke Prancis, lalu ke Jerman. Sebuah pabrik kertas didirikan di Nuremberg pada akhir abad keempat belas oleh Ulman Stromer, dan menjadi salah satu pabrik kertas pertama di wilayah berbahasa Jerman. Di Inggris pembuatan kertas menyusul menjelang akhir abad kelima belas.

3.6 MESIN CETAK DAN LEDAKAN KEBUTUHAN

Pada pertengahan abad kelima belas, Johannes Gutenberg di Mainz menyempurnakan mesin cetak dengan huruf lepas dari logam. Peristiwa ini biasanya diceritakan sebagai kemenangan mesin cetak. Padahal mesin cetak tidak akan berarti banyak tanpa kertas.

Bayangkan seandainya Gutenberg hanya memiliki perkamen. Untuk mencetak satu Alkitab dibutuhkan kulit ratusan ekor

ternak; mencetak seratus eksemplar berarti menghabiskan puluhan ribu ekor. Mesin yang sanggup mencetak cepat menjadi tidak ada gunanya bila bahan yang dicetak tidak dapat disediakan secepat itu. Kertaslah yang membuat pencetakan massal masuk akal.

TAHUKAH ANDA

Sebagian kecil eksemplar Alkitab Gutenberg memang dicetak pada perkamen, dan justru itulah yang paling mahal. Sebagian besar dicetak pada kertas. Perbandingan ini menunjukkan dengan jelas mana bahan yang dianggap mewah dan mana yang dianggap masuk akal untuk pekerjaan sebesar itu.

Sejak itu kebutuhan kertas meningkat terus dan tidak pernah benar-benar berhenti. Selama berabad-abad bahan bakunya adalah kain rombeng, sehingga para pemulung kain menjadi pemasok penting bagi pabrik kertas. Menjelang pertengahan abad kesembilan belas, kain rombeng tidak lagi mencukupi. Dari kebuntuan itulah orang berpaling kepada kayu — bahan yang akan kita bicarakan pada Bab 6.

3.7 DARI KAIN ROMBENG KE KAYU

Selama tujuh belas abad, bahan baku kertas hampir selalu sama: kain bekas. Di Tiongkok dipakai sisa rami dan sutra; di dunia Islam dan Eropa dipakai kain linen dan katun yang sudah lusuh. Kertas, dengan kata lain, adalah barang daur ulang jauh sebelum orang mengenal istilah itu.

Susunannya sederhana dan masuk akal. Kain lusuh tidak berharga bagi pemiliknya, tetapi seratnya masih panjang dan

sudah bersih dari lignin karena dahulu telah diolah menjadi benang. Pemulung kain berkeliling dari rumah ke rumah, pabrik membelinya per pikul, dan dari onggokan itulah lahir halaman-halaman buku.

Sistem itu berjalan baik sampai mesin cetak menjadi cepat. Pada awal abad kesembilan belas mesin cetak silinder sanggup mencetak ribuan lembar dalam sejam, surat kabar terbit setiap hari, dan sekolah dibuka di mana-mana. Kebutuhan kertas melonjak, sementara jumlah kain rombeng di dunia tidak ikut melonjak. Harga kain bekas naik tajam, dan beberapa negara sampai melarang mengekspornya.

PETUNJUK DARI SARANG TAWON

Jauh sebelum krisis itu, pada tahun 1719 seorang ahli ilmu alam Prancis bernama René-Antoine Ferchault de Réaumur menulis sebuah catatan yang kemudian sering dikutip. Ia mengamati tawon kertas membangun sarang yang tipis dan liat — dan sarang itu jelas dibuat dari kayu yang dikunyah, bukan dari kain.

Kalau seekor tawon dapat membuat kertas dari kayu, tulusnya, mengapa manusia tidak? Gagasan itu didiamkan lebih dari seabad, sampai kelangkaan kain memaksa orang menoleh kembali kepadanya.

Jalan keluarnya datang dari dua arah yang berbeda. Yang pertama bersifat mekanis. Pada tahun 1840-an seorang penenun Jerman bernama Friedrich Gottlob Keller menggerus kayu basah pada batu asah yang berputar dan memperoleh bubur berserat. Caranya murah dan hasilnya banyak, tetapi seratnya patah pendek dan seluruh ligninnya ikut terbawa. Kertas yang

dihasilkan lemah dan cepat menguning — persis seperti kertas koran sampai hari ini.

Yang kedua bersifat kimia. Alih-alih menggerus kayu, orang mencoba melarutkan perekat alami di antara seratnya. Proses soda memasak kayu dengan soda api; proses sulfit memakai larutan bersulfur; dan pada tahun 1879 Carl Dahl di Jerman menambahkan natrium sulfat ke dalam larutan pemasak dan memperoleh serat yang luar biasa kuat. Ia menamainya *kraft* — kata Jerman dan Swedia untuk kekuatan. Sampai hari ini proses itulah yang paling banyak dipakai di seluruh dunia.

Bahan baku	Sifatnya	Akibatnya
Kain rombeng	Serat panjang, hampir tanpa lignin	Kertas kuat dan awet, tetapi persediaan terbatas
Kayu digerus	Serat pendek, lignin ikut serta	Murah dan melimpah, tetapi cepat menguning
Kayu dimasak	Serat utuh, lignin larut	Kuat dan awet, hasil per kayu lebih sedikit

Tabel 3.1 Pergeseran bahan baku kertas pada abad kesembilan belas.

Peralihan dari kain ke kayu adalah perubahan terbesar dalam sejarah kertas sesudah penemuannya sendiri. Sejak saat itu kertas menjadi sangat murah dan tersedia bagi siapa saja. Harganya dibayar di tempat lain: hutan menjadi bahan baku industri, dan kertas abad kesembilan belas yang penuh lignin kini menjadi masalah besar bagi perpustakaan, sebab lembar-lembarinya rapuh lebih cepat daripada naskah dari kain yang berumur lima abad.

RANGKUMAN BAB 3

- Tahun 105 Masehi Cai Lun melaporkan cara membuat kertas kepada istana Han; temuan arkeologi menunjukkan kertas sudah ada sebelumnya.
 - Gagasan pokoknya adalah mengurai serat lalu menyusunnya kembali di atas saringan.
 - Setelah pertengahan abad kedelapan, pembuatan kertas berkembang di Samarkand, Baghdad, Damaskus, Kairo, dan Afrika Utara.
 - Kertas masuk Eropa melalui Iberia dan Sisilia; Fabriano menambahkan kincir air, perekat gelatin, dan tanda air.
 - Mesin cetak Gutenberg baru berarti karena kertas sudah tersedia dan murah.
 - Kelangkaan kain rombeng pada abad kesembilan belas mendorong orang beralih ke kayu, mula-mula dengan digerus lalu dengan dimasak secara kimia.
-

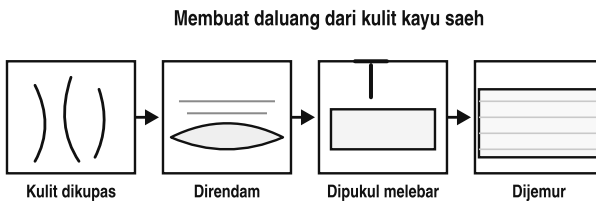
KERTAS DI NUSANTARA

Dari kulit kayu yang dipukul sampai pabrik bermesin

4.1 DALUANG, KERTAS DARI KULIT KAYU

Jauh sebelum kertas pabrik masuk, Nusantara sudah mengenal bahan tulis dari kulit kayu. Di Jawa bahan itu disebut *daluang* atau *dluwang*. Bahan bakunya kulit pohon saeh, sejenis murbei kertas yang di dunia ilmu pengetahuan dikenal dengan nama *Broussonetia papyrifera* — kerabat pohon yang juga dipakai Cai Lun.

Cara membuatnya berbeda dari kertas pada umumnya. Kulit pohon dikupas, direndam beberapa hari sampai lunak, lalu dipukul-pukul dengan pemukul kayu bergerigi di atas landasan. Pukulan itu tidak memutus serat, melainkan melebarkannya. Sekeping kulit selebar telapak tangan dapat melebar menjadi lembaran seukuran halaman buku. Setelah cukup lebar dan rata, lembaran itu dijemur.



*Serat kulit kayu tidak diurai menjadi bubur,
melainkan dilebarkan dengan pukulan.*

Gambar 4.1 Empat tahap membuat daluang dari kulit kayu saeh.

CATATAN

Karena seratnya tidak diurai menjadi bubur, para ahli kadang menolak menyebut daluang sebagai kertas dalam arti yang ketat. Ia lebih dekat kepada keluarga *tapa* — kain kulit kayu yang juga dikenal di Sulawesi, Papua, dan kepulauan Pasifik. Meski begitu, dalam pemakaiannya sebagai bahan tulis, daluang menempati kedudukan yang persis sama dengan kertas.

Daluang dipakai untuk menyalin naskah keagamaan dan kesusastraan, terutama sejak abad keenam belas. Pusat pembuatannya yang terkenal antara lain berada di daerah Ponorogo di Jawa Timur dan Garut di Jawa Barat. Sampai hari ini masih ada beberapa perajin yang meneruskan kepandaian itu, walaupun jumlahnya tinggal sedikit dan hasilnya lebih banyak dipakai untuk keperluan seni dan pelestarian naskah.

4.2 KERTAS PADA MASA KOLONIAL

Kertas buatan pabrik masuk ke Nusantara melalui perdagangan, mula-mula dalam jumlah kecil dan harga tinggi. Sepanjang masa kolonial, hampir seluruh kebutuhan kertas dipenuhi dengan mendatangkan barang jadi dari Eropa. Kertas dipakai untuk surat resmi, pembukuan dagang, surat kabar, dan kemudian untuk sekolah.

Ketergantungan pada barang impor itu membawa akibat yang mudah ditebak. Setiap kali jalur pelayaran terganggu — misalnya pada masa perang di Eropa — harga kertas melonjak dan persediaan menipis. Surat kabar mengecilkan ukuran halamannya, kantor menghemat lembaran, dan sekolah kesulitan menyediakan buku. Pengalaman inilah yang lambat laun mendorong gagasan membuat kertas di dalam negeri sendiri.

4.3 PABRIK KERTAS PERTAMA

Pabrik kertas bermesin yang pertama di Hindia Belanda berdiri di Padalarang, Jawa Barat, pada awal 1920-an. Letaknya dipilih dengan perhitungan: dekat sumber air yang melimpah dan terhubung jalur kereta api. Pabrik ini kelak dikenal sebagai penghasil kertas berkualitas tinggi, termasuk kertas untuk keperluan surat berharga.

Menjelang akhir 1930-an dibangun pabrik kedua di Leces, Probolinggo, Jawa Timur, yang mulai memproduksi menjelang masuknya masa pendudukan. Kedua pabrik itu menjadi tonggak awal industri kertas Indonesia, dan keduanya beroperasi jauh melampaui masa kemerdekaan.

TAHUKAH ANDA

Pemilihan lokasi pabrik kertas hampir selalu ditentukan oleh air. Membuat kertas menuntut air dalam jumlah sangat besar — untuk mengurai serat, mengencerkan bubur, dan mencuci. Karena itu pabrik kertas biasanya berdiri di tepi sungai atau di daerah bermata air, bukan di tengah kota.

4.4 INDUSTRI KERTAS INDONESIA KINI

Sejak 1970-an, industri pulp dan kertas Indonesia tumbuh pesat, terutama di Sumatera dan Kalimantan. Dua hal menjadi pendorongnya: iklim tropis yang membuat pohon penghasil serat tumbuh jauh lebih cepat daripada di daerah beriklim sedang, dan tersedianya lahan luas untuk hutan tanaman industri.

Jenis pohon yang paling banyak ditanam untuk keperluan ini adalah akasia dan ekaliptus. Di daerah tropis, pohon-pohon itu

sudah dapat dipanen pada umur lima sampai tujuh tahun, sementara pohon sejenis di negeri empat musim memerlukan puluhan tahun. Kecepatan tumbuh inilah keunggulan utama Indonesia dalam industri ini.

Hari ini Indonesia termasuk salah satu penghasil pulp dan kertas terbesar di dunia, dengan sebagian besar hasilnya diekspor. Bersamaan dengan itu muncul pula persoalan yang tidak ringan: pembukaan lahan, hak masyarakat sekitar hutan, dan pengelolaan limbah. Persoalan-persoalan itu akan kita bicarakan lebih lanjut pada Bab 7.

POKOK PIKIRAN

Perjalanan kertas di Nusantara memuat tiga babak: kepandaian tradisional membuat daluang, ketergantungan pada kertas impor pada masa kolonial, dan tumbuhnya industri kertas berskala besar pada masa kemerdekaan.

4.5 KERTAS, SEKOLAH, DAN KANTOR

Kalau kita bertanya di mana orang Indonesia paling sering berjumpa dengan kertas, jawabannya hampir pasti dua tempat: ruang kelas dan meja kerja. Sejarah kertas di negeri ini pada akhirnya adalah sejarah dua ruangan itu.

Pada masa yang tidak terlalu jauh, murid sekolah dasar tidak menulis di kertas melainkan di sabak — lempeng batu tulis berbingkai kayu yang digores dengan grip lalu dihapus dengan kain basah. Sabak murah dan dapat dipakai berulang kali, tetapi tidak menyimpan apa pun. Apa yang ditulis pagi ini hilang siang nanti.

Ketika kertas menjadi cukup murah, sabak ditinggalkan dan buku tulis menggantikannya. Perubahan itu tampak sepele, padahal akibatnya besar. Untuk pertama kalinya seorang murid dapat membuka kembali catatannya minggu lalu, membandingkan tulisannya dahulu dan sekarang, dan mengumpulkan pekerjaannya menjadi satu berkas. Belajar berubah dari mengingat menjadi menyimpan.

TAHUKAH ANDA

Nama-nama kertas yang kita pakai sehari-hari menyimpan jejak sejarahnya. *Folio* berasal dari kata Latin untuk lembaran; *kuarto* berarti seperempat, yaitu lembar besar yang dilipat dua kali; dan *HVS* adalah singkatan Belanda *houtvrij schrijfpapier*, "kertas tulis bebas kayu" — yakni kertas yang dibuat tanpa bubur kayu mekanis sehingga tidak cepat menguning.

Di kantor, kertas menempuh perjalanannya sendiri. Surat-menyurat resmi memakai kertas folio bergaris, ditulis tangan lalu diketik dengan mesin tik. Salinan dibuat dengan kertas karbon: dua sampai empat rangkap sekaligus, makin ke belakang makin samar. Untuk menggandakan dalam jumlah besar dipakai stensil — lembar sheet yang diketik tanpa pita sehingga huruf melubanginya, lalu diputar pada mesin roneo hingga tinta menembus lubang-lubang itu ke atas kertas.

Siapa pun yang pernah mengerjakannya ingat betul cirinya: bau tinta stensil yang tajam, jari yang berlepotan ungu, dan lembar soal ujian yang kadang miring atau samar di sudut. Mesin fotokopi kemudian menyingkirkan semuanya, dan pada gilirannya mesin cetak meja menyingkirkan sebagian besar pekerjaan mengetik ulang.

Cara menggandakan	Ciri hasilnya
Kertas karbon	Beberapa rangkap sekaligus, makin belakang makin pudar
Stensil (roneo)	Puluhan sampai ratusan lembar, tinta tebal dan berbau
Fotokopi	Salinan rapi dari naskah apa pun, satu per satu
Mesin cetak meja	Cetakan langsung dari berkas, dapat diubah sebelum dicetak

Tabel 4.1 Empat cara menggandakan tulisan yang berurutan dipakai di sekolah dan kantor Indonesia.

Menariknya, setiap alat baru diperkirakan akan mengurangi pemakaian kertas, dan hampir selalu yang terjadi sebaliknya. Fotokopi membuat orang menggandakan berkas yang dahulu cukup dibaca bergiliran; mesin cetak meja membuat orang mencetak rancangan yang belum selesai hanya untuk dikoreksi. Kertas menjadi murah, dan barang murah selalu dipakai lebih banyak.

RANGKUMAN BAB 4

- Daluang dibuat dari kulit pohon saeh yang dipukul melebar, bukan diurai menjadi bubur.
 - Pusat pembuatan daluang antara lain di Ponorogo dan Garut.
 - Pada masa kolonial hampir seluruh kertas didatangkan dari Eropa.
 - Pabrik kertas pertama berdiri di Padalarang pada awal 1920-an, disusul Leces menjelang akhir 1930-an.
 - Kini Indonesia menjadi salah satu penghasil pulp dan kertas terbesar dunia, dengan persoalan lingkungan yang menyertainya.
 - Di sekolah dan kantor Indonesia, kertas berturut-turut menggantikan sabak, lalu digandakan dengan karbon, stensil, fotokopi, dan mesin cetak meja.
-

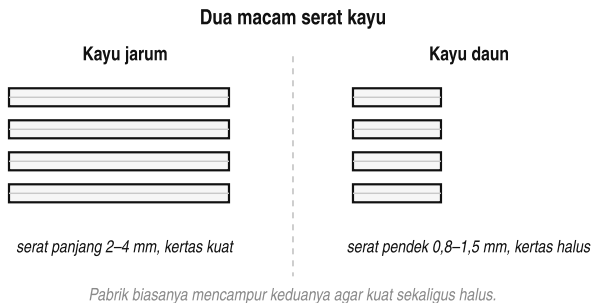
MENGENAL SIFAT KERTAS

Mengapa satu kertas berbeda dari kertas lainnya

5.1 SERAT, BAHAN DASAR SEGALANYA

Segala sifat kertas berpangkal pada serat. Serat tumbuhan tersusun terutama dari tiga bahan: selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa adalah rangka utamanya — bahan inilah yang kita kehendaki. Hemiselulosa membantu serat saling melekat. Lignin adalah perekat alami yang mengikat serat satu sama lain di dalam batang; bagi pembuat kertas, lignin lebih banyak menjadi persoalan daripada bantuan.

Lignin membuat serat kaku dan sulit dilepaskan. Yang lebih merepotkan, lignin berubah warna bila terkena cahaya dan udara. Kertas yang masih banyak mengandung lignin akan menguning dan getas dalam hitungan bulan. Koran lama yang berubah warna adalah contohnya yang paling akrab.



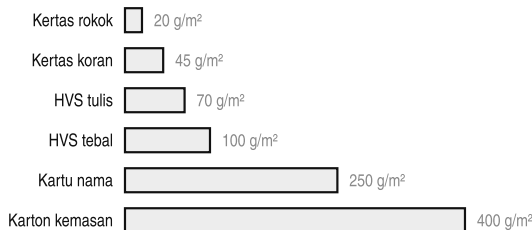
Gambar 5.1 Serat kayu jarum panjang dan kuat; serat kayu daun pendek dan halus.

Panjang serat menentukan banyak hal. Serat panjang saling mengait lebih banyak, sehingga kertasnya kuat dan liat — cocok untuk karung, karton, dan kertas bungkus. Serat pendek berjejal lebih rapat, sehingga permukaannya lebih rata dan halus — cocok untuk kertas cetak dan tulis. Karena itu pabrik biasanya mencampur keduanya menurut kebutuhan.

5.2 GRAMATUR DAN KETEBALAN

Ukuran pertama yang selalu disebut ketika orang membicarakan kertas adalah *gramatur*, yaitu berat kertas seluas satu meter persegi, dinyatakan dalam gram per meter persegi (g/m^2). Di percetakan, orang sering menyebutnya "gramasi" atau sekadar "gram".

Gramatur: berat kertas seluas satu meter persegi



Angka di atas hanya kisaran umum, bukan patokan baku.

Gambar 5.2 Kisaran gramatur beberapa jenis kertas yang lazim dijumpai.

MENGHITUNG SENDIRI

Selembarnya kertas HVS ukuran A4 bergramatur 70 g/m^2 . Berapa beratnya?

Luas A4 adalah $21 \text{ cm} \times 29,7 \text{ cm} = 623,7 \text{ cm}^2$, atau kira-kira $0,0624 \text{ m}^2$.

Beratnya $0,0624 \times 70 = 4,4$ gram.

Satu rim berisi 500 lembar, jadi beratnya sekitar **2,2 kilogram** — angka yang cocok dengan bungkus kertas yang biasa kita angkat.

Gramatur tidak sama dengan ketebalan, walaupun keduanya berhubungan. Dua kertas dengan gramatur sama dapat berbeda tebalnya bila kerapatannya berbeda. Kertas yang digilas kuat akan menjadi tipis dan padat; kertas yang dibiarkan menggebung akan menjadi tebal dan ringan. Untuk buku, kertas yang tebal tetapi ringan justru dicari, karena bukunya tampak berisi tanpa menjadi berat.

5.3 ARAH SERAT

Inilah sifat yang paling sering luput dari perhatian, padahal akibatnya besar. Pada mesin kertas, bubur mengalir ke satu arah dengan kecepatan tinggi. Serat cenderung ikut berbaris searah aliran itu. Akibatnya kertas mesin selalu mempunyai **arah serat**: arah mesin dan arah melintang.

Arah serat menentukan sifat kertas



Garis mendatar yang tipis melukiskan arah serat di dalam lembaran.

Gambar 5.3 Kertas lebih mudah disobek searah serat daripada melawannya.

MENGENALI ARAH SERAT SENDIRI

1. Sobek kertas dari sisi panjang, lalu sobek dari sisi pendek. Sobekan yang lebih lurus menunjukkan arah serat.
2. Atau basahi sedikit satu sisi kertas. Kertas akan melengkung menggulung ke arah melintang serat.
3. Atau tekuk selebar kertas dua arah. Tekukan yang lebih halus dan tidak pecah adalah tekukan searah serat.

Mengapa hal ini penting? Buku yang halamannya dipotong dengan arah serat melintang punggung akan sulit dibuka, cepat bergelombang, dan jilidannya lekas rusak. Karena itu percetakan buku yang baik selalu memperhatikan arah serat sejak memesan kertas. Kotak lipat pun demikian: garis lipat yang melawan serat akan retak.

5.4 KEKUATAN KERTAS

"Kuat" ternyata bukan satu sifat, melainkan beberapa sifat yang berbeda dan diukur dengan cara berlainan.

Tiga cara menguji kekuatan kertas



Ketiganya diukur dengan alat baku agar hasilnya dapat dibandingkan.

Gambar 5.4 Tiga cara menguji kekuatan kertas.

- **Ketahanan tarik** — seberapa besar gaya tarik yang sanggup ditahan sebelum kertas putus. Penting bagi kertas yang berjalan cepat di mesin cetak.
- **Ketahanan sobek** — seberapa berat merobek kertas yang sudah terkoyak sedikit di tepinya. Penting bagi kertas bungkus dan karung.
- **Ketahanan retak** — seberapa besar tekanan dari bawah yang sanggup ditahan sebelum kertas pecah. Penting bagi karton kemasan.
- **Ketahanan lipat** — berapa kali kertas dapat dilipat bolak-balik di tempat yang sama sebelum patah. Penting bagi uang kertas dan peta.

Menariknya, keempat sifat itu tidak selalu berjalan seiring. Kertas yang digilas sangat halus menjadi lebih rata tetapi kehilangan sebagian ketahanan sobeknya. Menambah bahan pengisi membuat permukaan bagus tetapi menurunkan kekuatan. Membuat kertas selalu berarti memilih, bukan memaksimalkan semuanya sekaligus.

5.5 DERAJAT PUTIH DAN KEHALUSAN

Derajat putih menyatakan seberapa banyak cahaya yang dipantulkan kembali oleh permukaan kertas, dinyatakan dalam persen. Kertas tulis biasa berada di kisaran delapan puluh sampai sembilan puluhan; kertas koran jauh di bawahnya.

Putih bukan selalu berarti lebih baik. Kertas yang terlalu putih dan mengkilap memantulkan cahaya ke mata dan melelahkan bila dibaca lama. Karena itu banyak buku sengaja memakai kertas yang sedikit kekuningan atau kekelabuan — bukan karena

murah, melainkan karena lebih nyaman dibaca. Buku yang sedang Anda pegang ini pun demikian.

Kehalusan menyatakan rata tidaknya permukaan. Kertas yang halus menghasilkan cetakan yang tajam, terutama untuk gambar. Kehalusan diperoleh dengan menggilas kertas di antara silinder logam yang disebut kalender, atau dengan melapisinya dengan bahan pengisi. Namun sekali lagi ada harganya: kertas yang terlalu digilas menjadi tipis, padat, dan kurang menyerap tinta.

5.6 DAYA SERAP DAN KADAR AIR

Serat selulosa sangat menyukai air. Sifat ini menguntungkan bagi tisu dan kertas saring, tetapi merepotkan bagi kertas tulis: tinta akan menyebar seperti pada kertas isap. Karena itu kertas tulis diberi bahan perekat permukaan — dahulu gelatin, kini umumnya damar sintesis atau bahan sejenis — agar tinta duduk di permukaan dan tidak merembes.

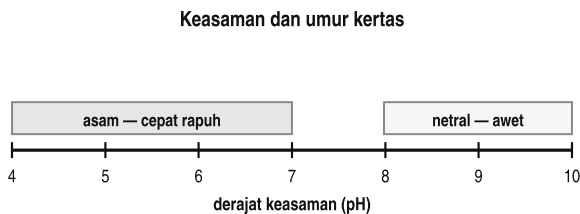
Kertas juga selalu mengandung air, biasanya sekitar lima sampai delapan persen dari beratnya. Kadar air ini bukan cacat melainkan keharusan: kertas yang benar-benar kering menjadi rapuh dan mudah bermuatan listrik statis sehingga menyulitkan mesin cetak.

CATATAN

Karena kertas menyerap dan melepaskan uap air mengikuti udara di sekitarnya, ia memuai dan menyusut mengikuti cuaca. Inilah sebab kertas yang ditumpuk di ruang lembap menjadi bergelombang di tepinya. Percetakan yang cermat menyimpan kertas di ruangan yang lembapnya dijaga, dan membiarkan kertas "menyesuaikan diri" sehari sebelum dicetak.

5.7 KEASAMAN DAN KEAWETAN

Selama lebih dari seratus tahun, kertas dibuat dengan perekat damar yang dibubuhi tawas. Cara ini murah dan berhasil, tetapi meninggalkan warisan yang pahit: kertasnya bersifat asam. Asam yang tertinggal di dalam lembaran perlahan-lahan memutus rantai selulosa. Kertas menguning, kehilangan kekuatan, lalu patah bila dilipat.



*Kertas koran lama menguning dan patah karena bersifat asam;
kertas arsip dibuat netral agar bertahan ratusan tahun.*

Gambar 5.5 Kertas yang bersifat asam jauh lebih cepat rapuh daripada kertas netral.

Akibatnya baru benar-benar disadari pada abad kedua puluh, ketika perpustakaan besar mendapati koleksi buku terbitan seratus tahun sebelumnya hancur di rak. Ironisnya, buku-buku yang jauh lebih tua — dari zaman kertas kain rombeng yang tidak asam — justru masih utuh.

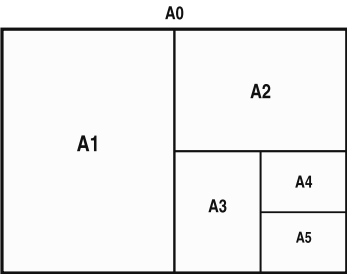
Sejak akhir abad kedua puluh, pabrik beralih ke cara pembuatan yang bersifat netral atau sedikit basa, sering dengan menambahkan kapur sebagai cadangan penetral. Kertas semacam ini disebut kertas permanen atau kertas bebas asam, dan dipakai untuk arsip, dokumen penting, serta buku yang dimaksudkan bertahan lama.

5.8 UKURAN KERTAS SERI A, B, DAN F

Ukuran kertas yang kita pakai sehari-hari bukan hasil kebetulan. Seri A yang kita kenal berasal dari sebuah gagasan sederhana namun cerdas: buatlah lembaran yang bila dilipat dua menghasilkan bentuk yang sebangun dengan aslinya.

Syarat itu hanya terpenuhi bila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek sama dengan akar dua, kira-kira 1,414. Titik pangkalnya ditetapkan pada A0 yang luasnya tepat satu meter persegi. Membelah A0 menghasilkan A1, membelah A1 menghasilkan A2, dan seterusnya.

Seri A: setiap ukuran adalah separuh ukuran sebelumnya



A0 luasnya 1 meter persegi; A4 = 210 × 297 mm

Perbandingan sisi selalu 1 : √2, karena itu bentuknya tidak berubah

Gambar 5.6 Seri A: membelah satu ukuran selalu menghasilkan ukuran berikutnya yang sebangun.

Ukuran	Milimeter	Ukuran	Milimeter
A0	841 × 1189	A4	210 × 297
A1	594 × 841	A5	148 × 210
A2	420 × 594	A6	105 × 148
A3	297 × 420	A7	74 × 105

Tabel 5.1 Ukuran seri A yang lazim dipakai.

Selain seri A ada seri B yang ukurannya berada di antara dua ukuran seri A, biasa dipakai untuk poster dan buku berukuran khusus. Di Indonesia dikenal pula ukuran *folio* atau F4 yang berukuran sekitar 215 × 330 milimeter — sedikit lebih panjang daripada A4 dan lama menjadi ukuran baku surat resmi.

TAHUKAH ANDA

Buku yang sedang Anda baca berukuran A5, yaitu tepat separuh A4. Karena perbandingan sisinya sama, isi halaman A4 dapat diperkecil menjadi A5 tanpa menyisakan bidang kosong — salah satu keuntungan praktis dari perbandingan akar dua.

5.9 MEMBACA KETERANGAN PADA BUNGKUS KERTAS

Semua sifat yang kita bicarakan sepanjang bab ini sebenarnya tercetak pada bungkus rim kertas yang dijual di toko. Sayangnya keterangan itu jarang dibaca, karena tampak seperti deretan angka tanpa arti. Padahal setelah kita mengenal istilahnya, bungkus rim menjadi lembar keterangan yang cukup lengkap.

YANG BIASANYA TERCANTUM

1. **Ukuran.** Misalnya *A4 210 × 297 mm*. Angka milimeter perlu diperhatikan, sebab ada kertas yang dijual sebagai "A4" tetapi sebenarnya berukuran kuarto.
2. **Gramatur.** Ditulis *70 gsm* atau *80 g/m²*. Inilah berat kertas seluas satu meter persegi, bukan berat selembat.
3. **Jumlah.** Umumnya *500 lembar* untuk satu rim. Ada pula kemasan 450 atau 480 lembar, dan selisih itu langsung berpengaruh pada harga per lembar.
4. **Derajat putih.** Ditulis sebagai persen, misalnya *95%*, kadang disertai nama tolok ukurnya.
5. **Keterangan tambahan.** Misalnya *bebas asam*, *ECF*, atau lambang sertifikasi asal kayu.

Perhatikan bahwa dua keterangan yang paling sering dibandingkan orang — gramatur dan derajat putih — mengukur hal yang sama sekali berbeda. Gramatur berkaitan dengan berat dan ketebalan; derajat putih berkaitan dengan warna. Kertas 70 g/m² yang sangat putih tetap lebih tipis daripada kertas 80 g/m² yang agak kekuningan.

Memilih menurut keperluan

Keperluan	Yang cocok	Alasannya
Cetak sehari-hari	70 g/m ²	Murah, cukup untuk cetakan satu muka
Surat resmi, cetak bolak-balik	80 g/m ²	Tidak tembus pandang, terasa lebih mantap
Arsip yang harus awet	Kertas bebas asam	Tidak cepat rapuh dan menguning
Gambar dan cat air	150 g/m ² ke atas	Tidak berkerut ketika basah
Sampul dan map	200–250 g/m ²	Kaku dan tahan dilipat

Tabel 5.4 Pedoman kasar memilih kertas menurut keperluannya.

CATATAN

Bungkus rim sebaiknya tidak dibuang selama kertasnya belum habis. Pembungkus itu bukan sekadar hiasan: lapisannya menahan uap air, dan kertas yang dibiarkan terbuka sehari-hari di ruangan lembap akan menyerap air, bergelombang, lalu tersendat di dalam mesin cetak.

Satu keterangan terakhir yang sering luput adalah tanda panah kecil atau kata *this side up* pada sebagian bungkus. Tanda itu menunjukkan sisi mana yang sebaiknya dicetak lebih dahulu, karena kedua muka kertas memang tidak persis sama halusnya. Untuk cetakan biasa hal ini tidak terasa; untuk cetakan bergambar yang halus, perbedaannya kelihatan.

5.10 TANDA AIR DAN CIRI PENGAMAN

Angkatlah selembar uang kertas ke arah cahaya. Akan tampak sebuah gambar yang tidak ada ketika kertas itu diletakkan di atas meja: wajah pahlawan, angka nilainya, atau lambang tertentu. Itulah tanda air, dan cara membuatnya sudah berumur lebih dari tujuh ratus tahun.

Tanda air bukan gambar yang dicetak di atas kertas, melainkan perbedaan ketebalan di dalam kertas itu sendiri. Ketika bubur dituang di atas saringan, bagian saringan yang menonjol menahan lebih sedikit serat sehingga lembarannya menjadi lebih tipis di situ; bagian yang cekung mengumpulkan lebih banyak serat sehingga menjadi lebih tebal. Perbedaan tebal itu tidak terlihat oleh cahaya pantul, tetapi langsung tampak oleh cahaya yang menembus.

CAP PARA PEMBUAT

Tanda air pertama muncul di Fabriano pada akhir abad ketiga belas. Mula-mula ia hanyalah cap pembuat: seekor kambing, sebuah bintang, sebuah mahkota. Lambat laun para pedagang mengenali lambang-lambang itu sebagai jaminan mutu — persis seperti merek dagang hari ini.

Bagi ahli sejarah, tanda air menjadi berkah yang tidak disangka. Sebuah naskah tanpa angka tahun kadang masih dapat diperkirakan umurnya dari tanda air kertasnya, sebab kita tahu pabrik mana memakai lambang apa dan pada tahun berapa.

Pada mesin kertas modern, tanda air dibuat dengan rol berukir yang menekan lembaran ketika masih sangat basah, atau dengan

kain saring yang dianyam bergambar. Yang pertama menghasilkan tanda air bayangan sederhana; yang kedua menghasilkan tanda air bergradasi terang dan gelap seperti yang dipakai pada uang kertas.

Ciri pengaman lain

Tanda air hanyalah satu lapis pengaman. Kertas uang biasanya menggabungkan beberapa ciri sekaligus, sebagian dapat kita periksa sendiri, sebagian hanya terbaca oleh mesin.

Ciri	Cara memeriksanya
Tanda air	Diterawang ke arah cahaya
Benang pengaman	Diterawang; tampak sebagai garis menyilang di dalam kertas
Cetakan timbul	Diraba dengan ujung jari; terasa kasar
Serat berpendar	Disinari lampu ultraungu; serat-serat pendek menyala
Gambar saling isi	Diterawang; dua bagian muka depan dan belakang berpadu

Tabel 5.5 Ciri pengaman yang lazim pada kertas uang.

Kertas uang sendiri bukan kertas biasa. Ia hampir seluruhnya dibuat dari serat kapas, bukan dari kayu, sebab serat kapas jauh lebih panjang dan liat. Karena itu uang kertas sanggup bertahan diremas, dilipat, dan dicuci berkali-kali — perlakuan yang akan menghancurkan selembarnya kertas tulis biasa dalam sekejap.

TAHUKAH ANDA

Bunyi adalah pemeriksaan pertama yang dilakukan pedagang berpengalaman. Kertas uang berserat kapas berbunyi nyaring dan renyah ketika dikibaskan, sedangkan kertas tiruan dari bubur kayu berbunyi tumpul dan terasa lemas. Telinga kadang lebih cepat daripada mata.

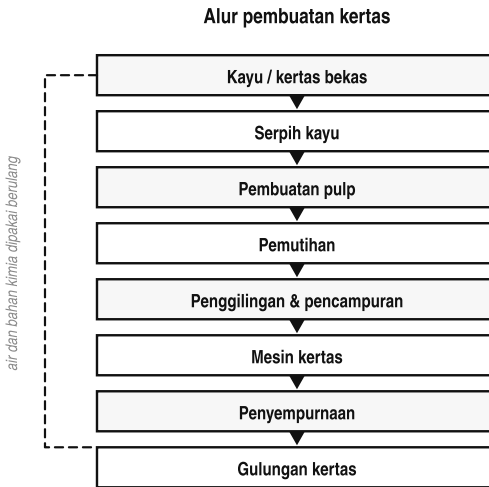
RANGKUMAN BAB 5

- Serat panjang membuat kertas kuat; serat pendek membuatnya halus.
 - Lignin membuat kertas cepat menguning dan getas.
 - Gramatur adalah berat kertas seluas satu meter persegi, dan tidak sama dengan ketebalan.
 - Kertas mesin selalu punya arah serat, yang menentukan sifat sobek, lipat, dan jilidan.
 - Kekuatan kertas terdiri atas ketahanan tarik, sobek, retak, dan lipat, yang tidak selalu seiring.
 - Kertas asam cepat rusak; kertas netral dapat bertahan ratusan tahun.
 - Seri A berdasar perbandingan sisi akar dua dengan A0 seluas satu meter persegi.
 - Bungkus rim kertas memuat hampir semua keterangan yang diperlukan: ukuran, gramatur, jumlah lembar, dan derajat putih.
 - Tanda air adalah perbedaan ketebalan di dalam lembaran, bukan gambar yang dicetak di atasnya.
-

DARI KAYU MENJADI KERTAS

Perjalanan sebatang pohon sampai menjadi gulungan lembaran

Pada dasarnya cara membuat kertas hari ini sama dengan cara Cai Lun dua ribu tahun yang lalu: urai serat, campur dengan air, tuang di atas saringan, buang airnya, keringkan. Yang berubah hanyalah ukurannya. Saringan yang dahulu digenggam dua tangan kini berupa kain tanpa ujung selebar sepuluh meter yang berjalan dengan kecepatan seratus kilometer per jam.



Gambar 6.1 Alur besar pembuatan kertas.

6.1 BAHAN BAKU

Sebagian besar kertas dunia hari ini dibuat dari kayu, sisanya dari kertas bekas dan sedikit dari serat bukan kayu. Kayu dipilih karena kandungan selulosanya tinggi dan pasokannya dapat diatur melalui hutan tanaman.

Kayu untuk kertas dibedakan menjadi dua golongan. **Kayu jarum** — pinus, cemara, dan sejenisnya — memiliki serat panjang, dua sampai empat milimeter, dan menghasilkan kertas yang kuat. **Kayu daun** — akasia, ekaliptus, dan sejenisnya — memiliki serat pendek, kurang dari satu setengah milimeter, dan menghasilkan kertas yang halus dan padat. Di Indonesia, akasia dan ekaliptus menjadi tumpuan utama karena tumbuh cepat di iklim tropis.

Serat bukan kayu juga dipakai, terutama untuk kertas khusus: jerami padi, ampas tebu, bambu, abaka, dan kapas. Kertas uang di banyak negara justru dibuat dari serat kapas dan linen — bukan dari kayu — karena jauh lebih tahan diremas dan dicuci.

LANGKAH AWAL DI PABRIK

1. Batang kayu dikupas kulitnya, sebab kulit banyak mengandung kotoran dan zat warna.
2. Kayu dicacah menjadi serpih seukuran perangko dengan pisau berputar.
3. Serpih disaring agar ukurannya seragam; yang terlalu besar dicacah ulang.

6.2 MEMBUAT PULP SECARA MEKANIS

Ada dua jalan besar untuk melepaskan serat dari kayu: dengan tenaga dan dengan bahan kimia. Jalan pertama disebut pulp mekanis.

Cara ini pada dasarnya menggerus kayu dengan batu gerinda atau menggilingnya di antara piringan beralur. Serat terlepas karena dipaksa, bukan karena ikatannya dilarutkan. Hasilnya berupa bubur yang masih mengandung hampir seluruh isi kayu, termasuk ligninnya.

Sifat	Pulp mekanis	Pulp kimia
Hasil dari kayu	Tinggi, sekitar 90–95 persen	Rendah, sekitar 45–50 persen
Kandungan lignin	Masih banyak	Sebagian besar sudah larut
Kekuatan kertas	Rendah	Tinggi
Keawetan	Cepat menguning	Jauh lebih awet
Pemakaian	Kertas koran, kertas murah	Kertas tulis, cetak, kemasan

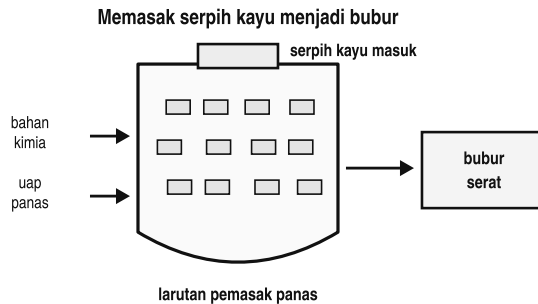
Tabel 6.1 Perbandingan pulp mekanis dan pulp kimia.

Karena hampir seluruh kayu terpakai, pulp mekanis hemat bahan. Itulah sebabnya kertas koran murah. Tetapi ligninnya tertinggal, dan itulah pula sebabnya koran cepat menguning.

6.3 MEMBUAT PULP SECARA KIMIA

Jalan kedua adalah melarutkan ligninnya. Serpih kayu dimasak di dalam bejana besar bertekanan bernama digester, bersama

larutan kimia panas, selama beberapa jam. Lignin larut, dan serat terlepas satu per satu tanpa perlu digerus.



*Lignin, perekat alami kayu, larut dan serat terlepas satu per satu.
Cairan sisanya dibakar untuk memulihkan bahan kimia dan tenaga.*

Gambar 6.2 Serpih kayu dimasak sampai lignin larut dan serat terlepas.

Cara yang paling banyak dipakai di dunia bernama proses *kraft* atau proses sulfat, diperkenalkan pada akhir abad kesembilan belas. Kata *kraft* sendiri berarti "kekuatan" dalam bahasa Jerman dan Swedia — nama yang tepat, sebab kertas dari pulp kraft memang kuat. Kertas pembungkus berwarna coklat yang kita sebut "kertas kraft" berasal dari proses ini, dan warnanya coklat karena tidak diputihkan.

TAHUKAH ANDA

Cairan sisa pemasakan tidak dibuang. Cairan pekat berwarna gelap itu diuapkan lalu dibakar di tungku pemulih. Dari pembakaran itu diperoleh dua hal sekaligus: bahan kimia pemasak dipakai kembali, dan panasnya menghasilkan uap serta listrik. Banyak pabrik pulp modern memenuhi sebagian besar kebutuhannya sendiri dengan cara ini.

6.4 PEMUTIHAN

Pulp yang keluar dari digester masih berwarna coklat karena sisa lignin. Untuk kertas tulis dan cetak, warna itu harus dihilangkan melalui pemutihan yang dilakukan bertahap dalam beberapa menara.

Dahulu pemutihan memakai gas klor, yang murah dan sangat ampuh tetapi menghasilkan limbah berbahaya. Sejak akhir abad kedua puluh, cara itu ditinggalkan. Kini umumnya dipakai senyawa klor dioksida — dikenal sebagai cara bebas klor unsur — atau oksigen, ozon, dan hidrogen peroksida yang sama sekali tidak memakai klor.

CATATAN

Perlu dibedakan antara *memutihkan* dan *membersihkan*. Pemutihan bertujuan menghilangkan sisa lignin sehingga kertas tidak cepat menguning; putihnya warna hanyalah akibat. Kertas coklat yang tidak diputihkan bukan kertas yang kotor, melainkan kertas yang ligninnya sengaja dibiarkan karena memang tidak mengganggu penggunaannya.

6.5 PENGGILINGAN DAN PENCAMPURAN

Pulp yang bersih belum siap menjadi kertas. Serat masih terlalu kaku dan licin untuk saling mengikat dengan baik. Karena itu pulp digiling di antara piringan beralur dalam mesin penggiling.

Penggilingan tidak dimaksudkan memotong serat, melainkan membuat permukaannya berbulu halus dan sedikit membengkak. Serat berbulu bersinggungan jauh lebih luas, sehingga ikatan yang terbentuk saat mengering menjadi jauh lebih banyak. Inilah salah satu titik terpenting dalam pembuatan kertas: sedikit

perbedaan lama penggilingan sudah cukup mengubah sifat kertas yang dihasilkan.

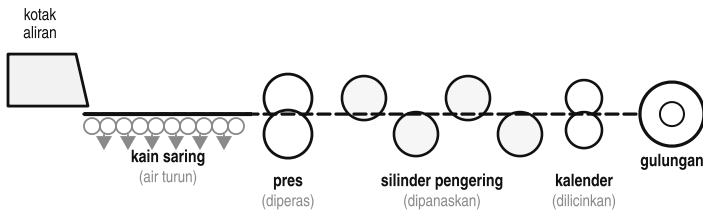
Sesudah digiling, pulp dicampur dengan berbagai bahan tambahan:

- **Bahan pengisi** — biasanya kapur atau kaolin — untuk mengisi rongga antarserat sehingga kertas menjadi lebih rata, lebih putih, dan lebih murah.
- **Bahan perekat** untuk menahan tinta agar tidak merembes.
- **Zat warna atau pencerah** untuk mengatur warna akhir.
- **Bahan penahan** agar pengisi dan serat halus tidak lolos bersama air.

6.6 MESIN KERTAS

Kita sampai pada bagian yang paling menakjubkan. Mesin kertas modern panjangnya dapat melebihi seratus meter dan bekerja tanpa henti selama sehari-hari. Rancangan dasarnya sudah diletakkan pada awal abad kesembilan belas oleh Nicolas-Louis Robert di Prancis dan kemudian disempurnakan di Inggris; sampai hari ini bagian pembentuknya masih disebut mesin Fourdrinier, mengikuti nama kakak beradik yang membiayai pengembangannya.

Bagian utama mesin kertas



Lembaran bergerak dari kiri ke kanan; kadar airnya turun dari sekitar 99 persen menjadi kurang dari 10 persen.

Gambar 6.3 Bagian utama mesin kertas, dari kotak aliran sampai penggulung.

Bubur yang masuk ke mesin sangat encer — kandungan seratnya hanya sekitar satu persen, sisanya air. Dari kotak aliran, bubur itu disemprotkan merata ke atas kain saring tanpa ujung yang berjalan cepat. Air jatuh melalui anyaman kain, dibantu isapan dari bawah, dan serat tertinggal sebagai lapisan basah.

Lembaran basah itu kemudian melewati tiga tahap pengeringan yang berurutan:

1. **Bagian pres.** Lembaran diperas di antara rol berlapis kain. Air dikeluarkan secara mekanis, karena memeras jauh lebih murah daripada menguapkan.
2. **Bagian pengering.** Lembaran dilewatkan berkelok-kelok pada puluhan silinder logam berongga yang dipanaskan uap. Di sinilah sebagian besar sisa air diuapkan.
3. **Bagian akhir.** Lembaran melewati kalender, yaitu tumpukan rol logam yang menggilasnya menjadi rata dan licin.

POKOK PIKIRAN

Membuat kertas pada dasarnya adalah pekerjaan **membuang air secara bertahap dan seefisien mungkin**: sebagian besar dijatuhkan dengan gravitasi dan isapan, sisanya diperas, dan hanya sisa terakhir yang diuapkan dengan panas. Urutan itu dipilih karena biayanya meningkat tajam pada setiap tahap.

6.7 PENYEMPURNAAN DAN PENGGULUNGAN

Kertas yang keluar dari mesin digulung menjadi gulungan induk yang garis tengahnya dapat mencapai tiga meter dan beratnya berpuluh ton. Gulungan itu belum siap dipakai.

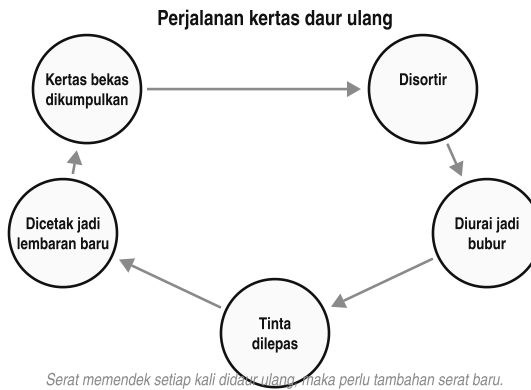
Sebagian kertas masih perlu dilapisi. Pelapisan berarti menyapukan bubur kapur atau kaolin bercampur perekat ke permukaan kertas, lalu mengeringkan dan menggilasnya. Kertas berlapis inilah yang kita kenal sebagai kertas majalah dan brosur yang mengkilap dan bergambar tajam.

Sesudah itu gulungan induk dipotong memanjang menjadi gulungan yang lebih kecil, atau dipotong menjadi lembaran menurut ukuran baku. Kertas lalu dikemas, dan pada tahap inilah arah serat ditetapkan — sebuah keputusan kecil yang, sebagaimana kita lihat pada Bab 5, berakibat besar bagi buku yang akan dicetak.

6.8 KERTAS DAUR ULANG

Kertas bekas adalah bahan baku yang sangat berharga, sebab seratnya sudah terurai dan sudah bersih dari lignin. Mengolahnya

kembali jauh lebih hemat tenaga daripada memulai dari kayu.



Gambar 6.4 Lingkaran perjalanan kertas daur ulang.

Kertas bekas disortir menurut jenisnya, lalu diurai kembali menjadi bubur di dalam bak berpengaduk. Bahan bukan kertas — kawat jepret, plastik, lakban — dipisahkan dengan saringan dan pusaran. Untuk kertas cetak, tinta perlu dilepaskan; caranya dengan mengapungkan tinta ke permukaan sebagai buih lalu menyingkirkannya.

CATATAN

Daur ulang mempunyai batas. Setiap kali diproses, serat memendek dan sebagian rusak sehingga kertasnya melemah. Karena itu serat baru selalu perlu ditambahkan, dan bagian terbesar kertas daur ulang dipakai untuk keperluan yang tidak menuntut mutu tinggi — karton kemasan, kertas bungkus, dan kertas koran.

6.9 MENJAGA MUTU DI SEPANJANG MESIN

Sebuah mesin kertas modern menghasilkan lembaran selebar sepuluh meter yang berjalan lebih cepat daripada mobil di jalan

tol. Pada kecepatan seperti itu, kesalahan kecil selama satu menit sudah berarti ratusan meter kertas yang terbuang. Karena itu mutu tidak diperiksa di akhir, melainkan diawasi terus-menerus di sepanjang mesin.

Pengawasan sambil jalan

Di beberapa titik dipasang kepala pengukur yang bergerak menyilang di atas dan di bawah lembaran yang sedang berjalan. Alat itu membaca gramatur, kadar air, dan ketebalan berkali-kali setiap detik, lalu menggambarkannya sebagai profil melintang: sebuah grafik yang memperlihatkan apakah lembaran di tepi kiri sama beratnya dengan di tengah dan di tepi kanan.

Bila profilnya miring, pengatur di ruang kendali tidak perlu menghentikan mesin. Ia cukup mengubah bukaan bibir kotak aliran sedikit demi sedikit, atau mengatur pemanas setempat pada rol pengering, sampai grafiknya kembali rata. Pekerjaan ini berlangsung sepanjang giliran kerja, seperti orang menyetir mobil di jalan lurus: setirnya tidak pernah benar-benar diam.

CATATAN

Yang paling ditakuti di ruang kendali adalah *putus*. Bila lembaran robek di tengah mesin, kertas yang sedang berjalan menumpuk dalam sekejap dan harus dibersihkan sebelum lembaran baru dapat dituntun kembali dari ujung ke ujung. Satu kejadian putus dapat menghentikan mesin puluhan menit, dan bagi pabrik besar itu berarti berton-ton kertas yang tidak jadi.

Pemeriksaan di laboratorium

Selain pengawasan sambil jalan, contoh kertas diambil secara berkala dan dibawa ke laboratorium di dekat mesin. Di sana ruangnya dijaga pada suhu dan kelembapan tertentu, sebab

kertas yang lembap selalu terukur lebih lemah daripada kertas yang sama dalam keadaan kering.

Yang diuji	Caranya	Untuk menjawab
Kekuatan tarik	Pita kertas ditarik sampai putus	Kuatkah menahan tegangan mesin cetak?
Ketahanan sobek	Bandul mengoyak beberapa lembar	Mudahkah robek dari tepi?
Ketahanan retak	Karet ditekan sampai kertas pecah	Sanggupkah kantong menahan isi?
Ketahanan lipat	Dilipat maju-mundur sampai patah	Awetkah pada uang dan peta?
Kelicinan	Diukur aliran udara di permukaan	Halus dan rata untuk dicetak?
Kadar air	Ditimbang sebelum dan sesudah dikeringkan	Terlalu basah atau terlalu kering?

Tabel 6.2 Uji yang lazim dikerjakan pada contoh kertas.

Hasil pengujian itu dibandingkan dengan lembar syarat mutu yang disepakati bersama pembeli. Bila menyimpang, gulungan yang bersangkutan disisihkan, dan bagian yang cacat dipotong lalu dikembalikan ke bak bubur untuk diurai ulang. Tidak ada yang benar-benar terbuang di pabrik kertas: sisa potongan adalah bahan baku yang paling bersih yang dimiliki pabrik itu.

RANGKUMAN BAB 6

- Kayu dikupas dan dicacah menjadi serpih sebelum diurai menjadi bubur.
 - Pulp mekanis hemat bahan tetapi kertasnya lemah dan cepat menguning.
 - Pulp kimia melarutkan lignin sehingga kertasnya kuat dan awet, dengan hasil bahan yang lebih sedikit.
 - Pemutihan bertujuan menghilangkan sisa lignin; cara berklor unsur telah ditinggalkan.
 - Penggilingan membuat serat berbulu halus sehingga saling mengikat lebih kuat.
 - Mesin kertas membuang air secara bertahap: disaring, diperas, lalu diuapkan.
 - Serat daur ulang memendek setiap kali diproses, sehingga selalu perlu tambahan serat baru.
 - Mutu diawasi terus-menerus di sepanjang mesin dan diperiksa di laboratorium dengan uji tarik, sobek, retak, lipat, kelicinan, dan kadar air.
-

KERTAS, LINGKUNGAN, DAN MASA DEPAN

Harga yang dibayar dan pilihan yang tersedia

7.1 BERAPA POHON UNTUK SELEMBAR KERTAS

Pertanyaan ini hampir selalu muncul, dan jawabannya selalu mengecewakan orang yang mengharapkan satu angka pasti: *tergantung*. Tergantung jenis pohon, umur tebang, cara pembuatan pulp, dan jenis kertas yang dihasilkan.

Kita dapat mendekatinya dari sisi bahan. Untuk menghasilkan satu ton pulp kimia diperlukan kira-kira dua sampai tiga meter kubik kayu, sebab hanya sekitar separuh isi kayu yang menjadi serat; sisanya lignin dan zat lain yang larut atau dibakar. Sebatang pohon hutan tanaman berumur enam tahun kira-kira menghasilkan beberapa persepuluh meter kubik kayu.

BERHITUNG KASAR

Satu rim kertas A4 70 g/m² beratnya sekitar 2,2 kilogram. Untuk seribu rim — kira-kira dua ton kertas — diperlukan sekitar empat sampai enam meter kubik kayu.

Bila sebatang pohon akasia siap tebang menghasilkan sekitar seperempat meter kubik kayu, maka seribu rim itu kira-kira setara dengan enam belas sampai dua puluh empat batang pohon.

Angka ini **hanya perkiraan kasar**. Ia berguna untuk membayangkan besarnya, bukan untuk dijadikan patokan.

Yang lebih penting daripada angka itu adalah pertanyaan tentang asal kayunya. Kayu dari hutan tanaman yang dikelola dengan baik — ditanam untuk ditebang, lalu ditanam kembali — sangat berbeda keadaannya dari kayu yang diambil dengan membuka hutan alam. Persoalan kertas dan lingkungan sesungguhnya bukan terletak pada "menebang pohon", melainkan pada "pohon yang mana dan bagaimana".

7.2 AIR, ENERGI, DAN LIMBAH

Membuat kertas menuntut air dalam jumlah besar. Pada awal abad kedua puluh, sebuah pabrik dapat menghabiskan ratusan meter kubik air untuk setiap ton kertas. Pabrik modern jauh lebih hemat karena airnya diputar kembali berulang-ulang, dan pemakaiannya turun menjadi sebagian kecil dari angka lama.

Persoalan air bukan hanya jumlahnya, melainkan juga keadaannya ketika dikembalikan ke sungai. Air limbah pabrik kertas mengandung serat halus, sisa bahan kimia, dan bahan organik terlarut. Bila dibuang tanpa diolah, ia menghabiskan oksigen di dalam air dan mematikan kehidupan sungai. Karena itu unit pengolah air limbah kini menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pabrik kertas.

Sisi	Persoalan	Yang dapat dilakukan
Bahan baku	Pembukaan hutan alam	Hutan tanaman, sertifikasi asal kayu
Air	Pemakaian besar, limbah cair	Air diputar ulang, instalasi pengolah limbah
Energi	Panas dan listrik dalam jumlah besar	Membakar sisa pemasakan, memulihkan panas
Bahan kimia	Senyawa berklor	Pemutihan bebas klor unsur atau tanpa klor
Sampah	Kertas bekas menumpuk	Pemilahan dan daur ulang

Tabel 7.1 Persoalan lingkungan industri kertas dan upaya menanganinya.

7.3 DAUR ULANG DAN BATASNYA

Daur ulang adalah hal baik, dan sudah sepantasnya dibiasakan. Namun ia sering dibayangkan lebih ajaib daripada yang sebenarnya. Ada tiga batas yang perlu diketahui.

Pertama, serat memendek. Setiap kali diurai, dibersihkan, dan dibentuk ulang, sebagian serat patah. Setelah beberapa putaran — kira-kira lima sampai tujuh kali — serat menjadi terlalu pendek untuk membentuk lembaran yang layak. Karena itu setiap sistem daur ulang tetap memerlukan pasokan serat baru.

Kedua, tidak semua kertas dapat didaur ulang. Kertas yang berlapis lilin, berlaminasi plastik, tercemar minyak makanan, atau bercampur dengan bahan lain menyulitkan proses.

Struk belanja jenis termal juga bermasalah karena lapisan kimianya.

Ketiga, daur ulang tetap memerlukan tenaga dan air, walaupun jauh lebih sedikit daripada membuat dari kayu. Ia mengurangi beban, bukan meniadakannya.

POKOK PIKIRAN

Urutan yang paling menolong sederhana saja: **kurangi** pemakaian yang tidak perlu, **pakai ulang** lembaran yang masih kosong sebelahnyanya, baru **daur ulang** sisanya. Mencetak surel yang tidak akan pernah dibaca lalu memasukkannya ke kotak daur ulang tidak lebih baik daripada tidak mencetaknya sama sekali.

7.4 KERTAS DI ZAMAN LAYAR

Sejak layar komputer menjadi barang biasa, orang berkali-kali meramalkan datangnya "kantor tanpa kertas". Ramalan itu sudah berumur puluhan tahun, dan sampai sekarang belum terwujud.

Yang terjadi justru lebih menarik. Pemakaian kertas untuk sebagian keperluan memang menyusut tajam: surat kabar cetak, direktori telepon, ensiklopedia, katalog, dan surat-menyurat biasa banyak digantikan layar. Tetapi pemakaian untuk keperluan lain justru meningkat, terutama karton kemasan — akibat langsung dari belanja daring yang membutuhkan kotak untuk setiap kiriman.

TAHUKAH ANDA

Beberapa penelitian tentang membaca menemukan bahwa pembaca cenderung lebih mudah mengingat letak dan urutan bacaan pada kertas daripada pada layar gulir. Kertas memberi petunjuk ruang — tebal tumpukan di kiri dan kanan, letak paragraf di halaman — yang membantu ingatan. Ini bukan alasan untuk menolak layar, tetapi menjelaskan mengapa buku cetak masih bertahan.

Kertas agaknya tidak akan hilang, melainkan berubah perannya. Ia mundur dari tempat-tempat yang lebih baik dikerjakan layar — pengumuman sekali baca, arsip yang perlu dicari cepat, kabar yang berubah tiap jam — dan tetap tinggal di tempat yang memang menjadi keunggulannya: bacaan panjang yang menuntut perhatian, dokumen yang harus bertahan puluhan tahun, dan wadah yang melindungi barang dalam perjalanan.

Selembar kertas hanyalah jalinan serat tumbuhan yang dikeringkan. Namun pada jalinan sesederhana itulah manusia menitipkan hukum, doa, hitungan dagang, surat cinta, dan pengetahuannya selama hampir dua ribu tahun.

Barangkali itulah alasan terbaik untuk mengenal kertas lebih dekat: bukan karena ia rumit, melainkan justru karena ia begitu sederhana, begitu murah, dan begitu mudah dilupakan — padahal tanpa benda kecil ini, hampir seluruh yang kita ketahui hari ini tidak akan sampai kepada kita.

7.5 MERAWAT KERTAS DI RUMAH DAN DI KANTOR

Kertas dapat bertahan sangat lama. Naskah dari kain rombeng yang berumur lima ratus tahun masih dapat dibaca di

perpustakaan Eropa, dan naskah daluang berumur ratusan tahun masih tersimpan di Nusantara. Namun kertas juga dapat rusak dalam sepuluh tahun bila salah disimpan. Perbedaannya hampir selalu terletak pada tempat penyimpanan, bukan pada kertasnya.

Ada empat hal yang merusak kertas, dan kebetulan keempatnya dapat dikurangi tanpa alat khusus.

EMPAT MUSUH KERTAS

1. **Lembap.** Kelembapan tinggi mengundang jamur dan membuat kertas bergelombang. Bercak kecoklatan yang sering kita lihat pada buku lama adalah bekasnya.
2. **Cahaya.** Sinar matahari langsung dan lampu yang terlalu terang memudahkan tinta dan menguningkan kertas.
3. **Asam.** Sisa lignin di dalam kertas murah dan bahan di sekitarnya perlahan membuat serat menjadi getas.
4. **Serangga dan tikus.** Rayap, kutu buku, dan tikus memakan serat maupun perekat jilidan.

Yang dapat dikerjakan

Simpanlah berkas penting di ruangan yang kering dan berudara, jangan di lemari yang menempel tembok luar, dan jangan di lantai. Beri jarak beberapa sentimeter antara rak dan dinding supaya udara mengalir. Jangan menyimpan kertas di kotak plastik yang tertutup rapat, sebab uap air yang terkurung di dalamnya justru lebih berbahaya daripada udara terbuka.

Untuk dokumen yang harus bertahan puluhan tahun — akta, ijazah, surat tanah, foto keluarga — pakailah map dan amplop dari kertas bebas asam, dan hindari kontak dengan karton coklat biasa yang kandungan asamnya tinggi. Perlu diingat pula bahwa

kertas termal, seperti struk belanja dan bukti transfer dari mesin kasir, tulisannya akan hilang sendiri dalam beberapa tahun; bila diperlukan sebagai bukti, sebaiknya segera difotokopi atau dipindai.

TAHUKAH ANDA

Klip logam, staples, karet gelang, dan selotip adalah perusak dokumen yang paling sering dilupakan. Klip berkarat meninggalkan noda yang menembus beberapa lembar sekaligus, karet gelang meleleh menjadi lengket, dan perekat selotip menguning lalu menembus serat sehingga nyaris tidak dapat dibersihkan lagi. Untuk berkas yang harus awet, pengikat yang paling aman justru yang paling sederhana: pita kain atau map berlipat tanpa perekat.

Terakhir, satu nasihat yang berlaku untuk semua benda lama: perbaikan yang tergesa-gesa sering lebih merusak daripada kerusakannya sendiri. Halaman yang robek jangan disambung dengan selotip. Bila dokumennya penting, ia dapat ditangani oleh perawat naskah dengan kertas dan perekat khusus yang kelak dapat dilepas kembali tanpa bekas.

RANGKUMAN BAB 7

- Jumlah pohon untuk sejumlah kertas hanya dapat diperkirakan kasar; yang lebih penting adalah asal kayunya.
 - Pabrik modern jauh lebih hemat air daripada dahulu, tetapi pengolahan limbah tetap mutlak.
 - Daur ulang memiliki tiga batas: serat memendek, tidak semua kertas dapat didaur ulang, dan prosesnya tetap memerlukan tenaga.
 - Urutan yang menolong: kurangi, pakai ulang, baru daur ulang.
 - Kertas tidak hilang oleh layar, melainkan berpindah peran.
 - Kertas dapat bertahan ratusan tahun bila dijauhkan dari lembap, cahaya, asam, dan serangga.
-

LAMPIRAN 1 UKURAN DAN GRAMATUR KERTAS

Lampiran ini menghimpun angka-angka yang sering diperlukan ketika berurusan dengan kertas, baik di percetakan, di kantor, maupun di rumah.

SERI A

Ukuran	Milimeter	Sentimeter	Luas (m ²)	Berat 1 lembar pada 70 g/m ²
A0	841 × 1189	84,1 × 118,9	1,000	70,0 g
A1	594 × 841	59,4 × 84,1	0,500	35,0 g
A2	420 × 594	42,0 × 59,4	0,249	17,5 g
A3	297 × 420	29,7 × 42,0	0,125	8,7 g
A4	210 × 297	21,0 × 29,7	0,062	4,4 g
A5	148 × 210	14,8 × 21,0	0,031	2,2 g
A6	105 × 148	10,5 × 14,8	0,016	1,1 g
A7	74 × 105	7,4 × 10,5	0,008	0,5 g

Tabel L1.1 Ukuran seri A beserta luas dan beratnya.

SERI B DAN UKURAN LAIN YANG LAZIM DI INDONESIA

Nama	Milimeter	Biasa dipakai untuk
B4	250 × 353	Dokumen besar, gambar kerja
B5	176 × 250	Buku, skripsi, terbitan ilmiah
F4 (folio)	215 × 330	Surat resmi, berkas kantor
Kuarto	215 × 280	Naskah, laporan (mendekati ukuran letter)
Plano	650 × 1000	Lembar besar untuk mesin cetak

Tabel L1.2 Ukuran kertas lain yang sering dijumpai.**GRAMATUR YANG LAZIM**

Jenis kertas	Kisaran gramatur	Keterangan
Kertas rokok	14–25 g/m ²	Sangat tipis dan berpori
Kertas tisu	15–40 g/m ²	Lembut dan menyerap
Kertas koran	40–52 g/m ²	Murah, banyak lignin
HVS tulis dan cetak	60–100 g/m ²	70 dan 80 paling umum
Kertas seni berlapis	80–150 g/m ²	Untuk majalah dan brosur
Kertas sampul	150–250 g/m ²	Sampul buku, map
Karton	250 g/m ² ke atas	Kemasan, kartu nama tebal

Tabel L1.3 Kisaran gramatur menurut jenis kertas. Angka ini hanya pedoman umum; setiap pabrik memiliki daftarnya sendiri.

MENGHITUNG BERAT KERTAS

RUMUS SEDERHANA

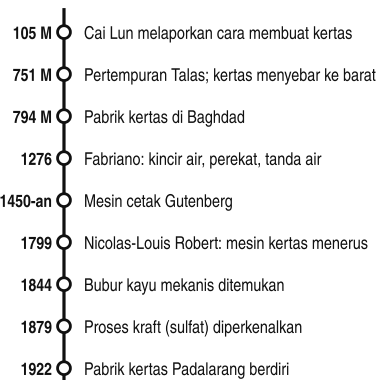
Berat selembar kertas = panjang (m) $\times$ lebar (m) $\times$ gramatur (g/m^2)

Contoh: selembar A3 pada 80 g/m^2 beratnya **$0,297 \times 0,420 \times 80 = 9,98 \text{ gram}$** , dibulatkan 10 gram.

Untuk satu rim (500 lembar): **$10 \times 500 = 5.000 \text{ gram} = 5 \text{ kilogram}$** .

LAMPIRAN 2 GARIS WAKTU SEJARAH KERTAS

Garis waktu ringkas sejarah kertas



Gambar L2.1 Sembilan tonggak dalam sejarah kertas.

Tahun	Peristiwa
Abad ke-2 SM	Serpih kertas tertua yang ditemukan arkeolog di Tiongkok
105 M	Cai Lun melaporkan cara membuat kertas kepada istana Dinasti Han
Abad ke-7	Kertas sampai ke Korea dan Jepang
751 M	Pertempuran Talas; kepandaian membuat kertas menyebar ke barat
Akhir abad ke-8	Pabrik kertas berdiri di Baghdad
Abad ke-10–11	Kertas menyebar ke Damaskus, Kairo, dan Afrika Utara
Pertengahan abad ke-12	Pembuatan kertas di Xàtiva, Semenanjung Iberia

1276	Fabiano: kincir air, perekat gelatin, dan tanda air
Abad ke-14	Pabrik kertas di Prancis dan Jerman
Sekitar 1450	Mesin cetak huruf lepas Gutenberg
Abad ke-16	Daluang banyak dipakai untuk menyalin naskah di Jawa
1799	Nicolas-Louis Robert mematenkan mesin kertas menerus
1803–1807	Mesin Fourdrinier dikembangkan di Inggris
1840-an	Bubur kayu mekanis mulai dipakai menggantikan kain rombeng
1850-an–1870-an	Proses soda dan proses sulfit dikembangkan
1879	Proses kraft (sulfat) diperkenalkan
Awal 1920-an	Pabrik kertas Padalarang berdiri di Jawa Barat
Akhir 1930-an	Pabrik kertas Leces dibangun di Jawa Timur
1970-an ke atas	Industri pulp dan kertas Indonesia tumbuh pesat
Akhir abad ke-20	Pemutihan berklor unsur ditinggalkan; kertas bebas asam meluas

Tabel L2.1 Garis waktu ringkas. Beberapa tahun bersifat perkiraan karena sumbernya berbeda-beda.

GLOSARIUM

Arah serat

Kecenderungan serat berbaris searah aliran bubur pada mesin kertas; menentukan sifat sobek, lipat, dan muai lembaran.

Bahan pengisi

Bubuk halus — umumnya kapur atau kaolin — yang dicampurkan ke bubur untuk mengisi rongga antarserat sehingga kertas lebih rata dan lebih putih.

Bubur kertas

Campuran serat dan air sebelum dibentuk menjadi lembaran; disebut juga *pulp*.

Daluang

Bahan tulis tradisional Jawa dari kulit pohon saeh yang dipukul melebar, bukan diurai menjadi bubur.

Derajat putih

Ukuran seberapa banyak cahaya dipantulkan kembali oleh permukaan kertas, dinyatakan dalam persen.

Digester

Bejana bertekanan tempat serpih kayu dimasak bersama larutan kimia panas sehingga lignin larut.

Fourdrinier

Bagian pembentuk pada mesin kertas berupa kain saring tanpa ujung yang berjalan mendatar; dinamai menurut kakak beradik yang membiayai pengembangannya.

Gramatur

Berat kertas seluas satu meter persegi, dinyatakan dalam gram per meter persegi (g/m^2).

Kalender

Tumpukan rol logam yang menggilas kertas agar rata dan licin. Tidak ada hubungannya dengan penanggalan.

Kayu daun

Kayu dari pohon berdaun lebar seperti akasia dan ekaliptus; seratnya pendek dan menghasilkan kertas yang halus.

Kayu jarum

Kayu dari pohon berdaun jarum seperti pinus dan cemara; seratnya panjang dan menghasilkan kertas yang kuat.

Kotak aliran

Bagian mesin kertas yang menyemprotkan bubur secara merata ke atas kain saring; dalam bahasa asing disebut *headbox*.

Kraft

Proses pembuatan pulp secara kimia yang paling banyak dipakai di dunia; disebut juga proses sulfat. Kata *kraft* berarti kekuatan.

Lignin

Perekat alami yang mengikat serat di dalam batang tumbuhan; membuat kertas cepat menguning dan getas bila tidak dihilangkan.

Lontar

Daun pohon lontar yang diolah menjadi lembar bahan tulis; digores dengan pisau kecil lalu dihitamkan dengan jelaga.

Papirus

Bahan tulis Mesir kuno dari pita batang tanaman papirus yang disusun bersilangan; bukan kertas dalam arti yang ketat.

Pelapisan

Penyapuan bubur kapur atau kaolin bercampur perekat pada permukaan kertas agar halus dan mengkilap.

Pemutihan

Rangkaian tahap untuk menghilangkan sisa lignin dari pulp; putihnya warna adalah akibatnya.

Penggilingan

Pengolahan serat di antara piringan beralur agar permukaannya berbulu halus sehingga saling mengikat lebih kuat.

Perkamen

Bahan tulis dari kulit hewan yang dibersihkan, diregangkan, dan dikerok tipis; kuat, awet, dan sangat mahal.

Pulp mekanis

Bubur kertas yang seratnya dilepaskan dengan gerusan; hasilnya banyak tetapi kertasnya lemah dan cepat menguning.

Pulp kimia

Bubur kertas yang seratnya dilepaskan dengan melarutkan lignin; hasilnya lebih sedikit tetapi kertasnya kuat dan awet.

Selulosa

Bahan utama penyusun dinding sel tumbuhan; inti dari serat yang menjadi bahan kertas.

Sizing

Pemberian bahan perekat agar tinta tidak merembes ke dalam kertas; dalam bahasa Indonesia sering disebut pemberian perekat atau perlakuan permukaan.

Tanda air

Bayangan pada lembaran kertas yang terbentuk karena bentuk kawat pada saringan; dipakai sebagai cap pembuat dan pengaman uang.

Wire

Kain saring tanpa ujung pada mesin kertas, tempat serat tertinggal ketika airnya turun; dalam bahasa Indonesia disebut kain saring atau kasa pembentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Bloom, J. M. (2001). *Paper Before Print: The History and Impact of Paper in the Islamic World*. New Haven: Yale University Press.
- Biermann, C. J. (1996). *Handbook of Pulping and Papermaking* (Edisi ke-2). San Diego: Academic Press.
- Hunter, D. (1978). *Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft*. New York: Dover Publications. (Karya asli terbit 1943.)
- Kurlansky, M. (2016). *Paper: Paging Through History*. New York: W. W. Norton & Company.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2014). *Profil Industri Pulp dan Kertas Nasional*. Jakarta: Kemenperin.
- Mustofa, A. (2010). *Pengetahuan Bahan Grafika*. Jakarta: Pusat Grafika Indonesia.
- Roberts, J. C. (1996). *The Chemistry of Paper*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Smook, G. A. (2016). *Handbook for Pulp and Paper Technologists* (Edisi ke-4). Peachtree Corners: TAPPI Press.
- Teygeler, R. (2001). Dluwang, a Javanese tapa paper. Dalam *Looking at Paper: Evidence and Interpretation*. Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Tsien, T. H. (1985). *Science and Civilisation in China, Volume 5, Part 1: Paper and Printing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sulistyo-Basuki. (1991). *Pengantar Ilmu Perpustakaan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wiedenhoeft, A. C. (2010). Structure and function of wood. Dalam *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. Madison: USDA Forest Products Laboratory.

INDEKS

Angka menunjukkan nomor halaman tempat istilah tersebut dibicarakan.

- arah serat** 34, 35, 45, 53, 71
bahan pengisi 36, 37, 51, 71
bleaching 46, 50, 57, 60, 70, 72
bubur kertas 71, 72, 73
Cai Lun 16, 17, 24, 25, 46, 69
daluang 13, 25, 26, 28, 31, 63, 70, 71
daur ulang 21, 54, 57, 60, 61, 65
derajat putih 36, 41, 45, 71
digester 48, 50, 71
Fourdrinier 51, 70, 71
gramatur 33, 34, 41, 45, 55, 67, 68, 71
headbox 72
kalender 37, 52, 71
kayu daun 32, 47, 71
kayu jarum 32, 47, 72
kertas koran 3, 4, 23, 33, 36, 38, 48, 54
kraft 23, 49, 69, 70, 72
lignin 22, 23, 32, 45, 48, 49, 50, 53
lontar 12, 13, 14, 15, 72
papirus 9, 10, 11, 14, 15, 72
perkamen 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 72
pulp 27, 28, 31, 46, 48, 49, 50, 51
selulosa 2, 32, 37, 38, 47, 73
seri A 39, 40, 45, 66
sizing 73
Talas 18, 60, 69
wire 73