KAYU, ILMU KAYU, TEKNOLOGI KAYU DAN MASA DEPANNYA

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
pada Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

Oleh

Prof. Dr. Soenardi Prawirohatmodjo

KAYU, ILMU KAYU, TEKNOLOGI KAYU DAN MASA DEPANNYA

KAYU, ILMU KAYU, TEKNOLOGI KAYU DAN MASA DEPANNYA

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
pada Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

Diucapkan di Muka Rapat Senat Terbuka
UNIVERSITAS GADJAH MADA
pada tanggal 18 Oktober 1984
di Yogyakarta

Oleh

Prof. Dr. Soenardi Prawirohatmodjo

Yang terhormat Para Pembesar Negara dan Pejabat Pemerintah,
Yang terhormat Ketua dan Para Anggota Dewan Penyantun Universitas Gadjah Mada,
Yang terhormat Rektor/Ketua Senat, Sekretaris Senat dan Para Anggota Senat Universitas Gadjah Mada,
Yang terhormat Para Dekan Fakultas di lingkungan Universitas Gadjah Mada,
Yang terhormat Para Anggota Sivitas Akademika Universitas Gadjah Mada,
Yang terhormat Para Undangan.

Untuk memenuhi kewajiban saya selaku Guru Besar baru pada Universitas Gadjah Mada pada kesempatan ini saya akan menyampaikan pidato pengukuhan dengan judul: "KAYU, ILMU KAYU, TEKNOLOGI KAYU DAN MASA DEPANNYA". Dengan judul pidato ini pertama-tama saya ingin mengetengahkan peranan kayu sebagai bahan baku yang selama berabad-abad telah menyertai kehidupan manusia. Saya berpendapat bahwa karena sudah begitu lamanya kita berasosiasi dengan kayu, maka ada kecenderungan kurangnya penghargaan kita padanya. Memang sampai saat ini di Indonesia kita masih dapat menikmati zaman kayu yang berlimpah sampai kita dapat menjualnya ke negara-negara lain dengan nilai ratusan juta dollar. Tetapi kita wajib melihat ke depan dan memperhitungkan sampai kapan hal ini dapat berlangsung.

Selanjutnya akan saya ketengahkan mengenai perkembangan Ilmu dan Teknologi Kayu. Ilmu ini masih sangat muda dan di Indonesia masih dalam pertumbuhan dan mencari bentuk.

Bagian akhir pidato pengukuhan saya ini saya tujukan untuk merangkum prospek kayu sebagai bahan baku dan ilmu dan teknologi kayu di masa datang, sebab ilmu ini berkembang sejalan dengan bahan baku kayu yang tersedia.

Hadirin yang terhormat,

Kayu sebagai bahan baku telah memberikan jasa kepada manusia dalam waktu yang cukup lama dan secara meyakinkan telah membantu manusia untuk bertahan hidup dan mengembangkan peradabannya. Sejak manusia memulai kehidupannya di dunia ini ia telah mulai akrab dengan kayu. Ia berlindung dalam tempat tinggal yang dibuat dari kayu, berburu binatang dengan senjata yang dibuat dari kayu, memanaskan dirinya dan memasak daging hasil buruannya dengan api yang dinyalakan dengan kayu, menutup tubuhnya dengan kulit kayu dan sebagainya. Sampai sekarang pun kayu masih tetap merupakan sumber pelbagai macam produk, meskipun telah banyak barang pengganti maupun barang sintetik. Oleh karena itu barangkali tiada berkelebihan apabila dikatakan bahwa hutang manusia yang terbesar dan tertua adalah hutangnya pada kayu.

Jasa kayu yang sangat besar kepada manusia ini mempunyai sejarah yang cukup panjang, bahkan menurut Auden (1958) kebudayaan manusia berkembang atas dasar kebudayaan kayu. Kebudayaan purba yang paling terkenal yang dikembangkan dalam daerah sungai Tigris-Euphrates, Nil, Indus dan Sungai Kuning juga tak lepas dari perkembangan budaya kayu, meskipun daerah-daerah itu relatif tidak berhutan. Pohon-pohon di situ justru cukup kecil, sehingga dapat ditebang dengan alat-alat yang sederhana pada waktu itu dan tanah lempung berpasir dari delta-delta sungai itu dengan mudah dapat dikerjakan dengan tongkat-tongkat dari kayu. Bagaimana peradaban-peradaban ini menggunakan kayu memang sukar dilacak. Tetapi yang pasti kayu di tempat-tempat itu digunakan sebagai bahan bakar. Dalam suatu gua dekat Peking telah ditemukan arang dan tulang-tulang manusia yang berumur lebih dari 4000 tahun yang menunjukkan bahwa pada waktu itu kayu sudah digunakan sebagai bahan bakar untuk pemanasan dan atau memasak (Anon., 1976).

Perkembangan peradaban kayu berikutnya adalah usaha manusia untuk membuat bangunan dengan kerangka dari kayu. Bangsa Skandinavia dikenal sebagai bangsa yang pertama kali mengembangkan dasar-dasar konstruksi kerangka kayu yang dikenal di Eropa pada zaman perunggu (Young, 1982). Sistem kerangka ini pada akhirnya merupakan cara pembuatan rumah yang terbaik di dunia barat dan merupakan suatu perkembangan dalam teknik bangunan dari kayu.

Perkembangan budaya kayu berikutnya barangkali adalah yang terpenting karena telah memungkinkan manusia menjelajah dunia dari

satu benua ke benua lain, bahkan kolonialisme timbul karena perkembangan budaya ini. Yang saya maksudkan di sini adalah penggunaan kayu untuk pembuatan perahu. Penggunaan kayu yang pertama untuk angkutan air adalah dengan batang kayu yang dibuat berongga. Pada tahun 4000 s.M. bangsa Mesir membuat perahu dari batang-batang papirus dan perahu kayu pertama yang mereka buat meniru bentuk perahu papirus ini. Bangsa Mesir pada waktu itu telah mampu membuat perahu-perahu berukuran besar dan untuk keperluan ini mereka menggunakan kayu cedar dari Lebanon. Barangkali salah satu alasan perluasan pengaruh Mesir ke utara adalah untuk menjamin kelangsungan penyediaan kayu cedar ini (Anon., 1976).

Kemajuan teknologi dalam angkutan darat lebih lambat daripada angkutan air. Sejak tahun 7000 s.M. muatan-muatan berat seperti batu-batu yang dipakai dalam pembuatan monumen-monumen diangkut dengan alat dari kayu yang diseret (belum beroda). Kapan dan di mana roda diciptakan tidak diketahui dengan pasti, tetapi roda pertama yang dibuat dari kayu diketahui di Mesopotamia pada tahun 3500—4000 s.M. (Anon., 1976).

Sumbangan kayu yang terpenting lain adalah dalam pembuatan alat-alat perang. Contoh dalam hal ini adalah katapil (alat penembak) yang memungkinkan seseorang menyerang musuh dari jarak yang aman, menara pengintai, tangga bergeser dan lain-lain. Sifat kayu yang kuat tetapi ringan sangat sesuai untuk tujuan-tujuan itu. Perkembangan alat-alat perang ini berjalan seiring dengan perluasan peradaban Yunani dan Romawi dengan ilmu, teknologi dan filsafat yang berkembang di bawah naungan para pemikir besar dan para pengajar pada waktu itu.

Penemuan besar yang telah menghantarkan manusia ke zaman mesin sekarang ini adalah ketika seorang tukang kayu tak dikenal di Yunani purba menciptakan alat bubut kayu yang primitif. Dari konsep alat bubut dan kemampuan membentuk kayu bulat simetris ini ia mengembangkan konsep-konsep baru tentang penggunaan kayu untuk membuat mesin. Penemuan inilah yang kemudian menghantar manusia ke zaman mesin yang berlangsung sampai sekarang (Young, 1982).

Peranan kayu dalam perkembangan zaman mesin sekarang ini sangat besar. Seorang sejarawan Mumford (1963) membagi kurun waktu 1000 tahun terakhir dari zaman mesin sekarang ini menjadi 3 tahap. Pertama dari abad 10 hingga abad 18 merupakan kompleks air dan kayu yang disebut tahap eoteknik. Yang kedua dilukiskan sebagai tahap batubara dan besi yang disebut tahap paleoteknik. Yang ketiga adalah tahap listrik dan

logam campuran yang disebut tahap neoteknik.

Kayu merupakan bahan utama dalam tahap eoteknik, digunakan untuk membuat bangunan, mesin-mesin, kincir angin, kincir air, gerobag, keranjang, sepatu, tempat tidur, tempat minuman dan lain-lain. Mesin cetak pres yang pertama dibuat dari kayu dan seratus tahun kemudian masih juga dibuat dari kayu. Adalah suatu kenyataan bahwa mesin-mesin standar dan pengembangannya pertama kali dibuat dari kayu dan disebarluaskan pada periode eoteknik ini. Menurut Mumford (1963) apabila tidak ada kebutuhan akan mata uang, meriam, peluru meriam dan lain-lain pada waktu itu, maka kebutuhan akan logam relatif sangat kecil.

Dalam semua pekerjaan industri, kayu memegang peranan yang terpenting. Tahap eoteknik banyak menghasilkan ciptaan-ciptaan berupa mesin-mesin yang mempunyai dampak sosial yang sangat luas. Sejalan dengan penemuan-penemuan ini berkembanglah di Eropa bangunan-bangunan besar dan kota-kota besar pada zamannya. Tahap ini di Eropa mencapai puncaknya pada abad ke-16 dengan karya-karya Leonardo da Vinci, yang selain seorang pelukis dan pemahat juga seorang arsitek yang mendesain jembatan, jalan raya, senjata dan lain-lain; juga karya-karya orang-orang berbakat lain ikut memegang peranan. Tetapi pengaruh yang terpenting dari penggunaan kayu sebagai bahan dan mesin-mesin adalah dampaknya terhadap masyarakat. Misalnya pembuatan kertas dan mesin cetak dari kayu telah mengubah arah sejarah manusia dengan dimungkinkannya menyimpan pengetahuan yang telah terkumpul, sehingga dapat diketahui oleh lebih banyak orang yang kemudian dapat memperkayanya dengan penelitian dan pengembangan. Kertas dan alat cetak telah memacu kemajuan ilmu dan teknologi ke arah revolusi industri, suatu dampak yang jauh melebihi nilai kayu yang memungkinkan adanya penemuan-penemuan ini. Tetapi di zaman ini pulalah di Eropa mulai dirasakan adanya kekurangan kayu karena perluasan tanah pertanian, pertambahan penggunaan kayu sebagai bahan bangunan dan bahan bakar dan adanya kenaikan jumlah dapur-dapur peleburan logam. Untuk mencetak satu meriam dibutuhkan beberapa ton kayu.

Pada abad ke-17 Eropa telah mulai berpaling dari kayu ke batubara sebagai bahan bakar, dan sesudah ditemukan cara peleburan logam dengan batubara, maka bahan ini menjadi landasan bagi perkembangan teknologi industri sampai abad ke-19, untuk kemudian diambil alih oleh tahap listrik dan logam campuran (neoteknik).

Hadirin yang terhormat,

Mengapa kayu mampu bertahan sampai berabad-abad lamanya dalam menguasai peradaban manusia? Ini disebabkan oleh sifat-sifat kayu yang sangat menguntungkan, yaitu (Panshin and de Zeeuw, 1980):

1. Kayu adalah suatu bahan yang mudah didapat oleh manusia dengan tingkat kebudayaan dan kemampuan teknik yang berbeda-beda.
2. Pengerjaan dan penggunaan kayu begitu sederhana, sehingga tidak membutuhkan ketrampilan khusus atau pengetahuan teknis para penggunanya.
3. Kayu bersifat serbaguna, dapat dipakai untuk pelbagai macam tujuan. Keserbagunaan ini disebabkan oleh struktur dan sifat-sifatnya, antara lain:
   a. Kayu terdapat dalam pelbagai variasi warna dan corak, berat jenis dan kekuatan.
   b. Kayu mudah dikerjakan, baik dengan tangan maupun mesin.
   c. Dilihat dari beratnya, kayu mempunyai kekuatan yang relatif tinggi.
   d. Kayu memberikan rasa hangat yang tidak dimiliki oleh logam.
   e. Kayu tidak menghantar panas dan arus listrik dan mempunyai sifat-sifat akustik yang baik.
4. Kayu terdapat di seluruh dunia dan merupakan sumberdaya yang terbarukan, berlainan dengan batu bara, minyak bumi dan barang tambang lain yang secara berangsur-angsur akan habis.

Hadirin yang terhormat,

Daftar penggunaan kayu dewasa ini sangat panjang seperti pernah diramalkan oleh Egon Glesinger (1950) dalam bukunya yang terkenal *"The Coming Age of Wood"*. Penggunaan kayu yang sudah kita kenal adalah sebagai kayu konstruksi dan perkakas rumah, bantalan kereta api, jembatan dan lain-lain. Di samping itu dengan perkembangan perekat resin sintetik seperti urea formaldehid, fenol formaldehid dan lain-lain, dewasa ini kayu makin banyak diolah menjadi vinir dan kayulapis dan konstruksi kayu berlapis lain-lain seperti gelagar berlapis *(laminated beam)*, lengkungan berlapis *(laminated arch)*, baling-baling, lunas kapal, pesawat terbang, yang semuanya menggunakan perekat. Dalam bentuk partikel-partikel kecil dewasa ini telah banyak diproduksi papan partikel dengan menggunakan perekat juga. Dalam bentuk yang lebih kecil lagi, yaitu

sebagai serat kayu banyak dibuat papanserat *(hardboard/fiberboard)*.

Kayu juga merupakan bahan baku untuk pembuatan kertas dan karton, benang rayon dan benang asetat, selofan, film fotografi, bahan peledak, busa sintetik, cat laker, plastik, etilalkohol, metanol, asam asetat, glukose, vanilin sintetik dan derivat-derivat lain. Kesemuanya merupakan produk yang tidak lagi menunjukkan bentuk kayu aslinya.

Meskipun penggunaan kayu dalam bentuk aslinya dewasa ini semakin berkurang, namun terdapat kenaikan dalam produk-produk dari kayu yang telah diubah secara mekanis maupun kemis. Produk-produk semacam ini diperkirakan akan merupakan bagian besar penggunaan kayu di masa yang akan datang.

Kayu juga merupakan bahan bakar yang sudah berabad-abad digunakan untuk mesin uap dan untuk pemanasan dan memasak. Bahkan dalam banyak negara, terutama negara-negara berkembang, kayu masih merupakan bahan bakar utama.

Hadirin yang terhormat,

Pengalaman penggunaan kayu yang demikian lama seharusnya telah mengumpulkan pengetahuan tentang kayu yang dapat merupakan dasar bagi pembentukan suatu ilmu mengenai kayu. Namun dalam waktu yang lama ilmu mengenai kayu ini tidak berkembang karena pengalaman-pengalaman tersebut hanya memberikan pengetahuan yang bersifat tradisional yang hanya dilandasi penggunaan akal sehat *(common sense)* saja dan kurang landasan ilmiahnya. Keadaan ini mudah dicari sebabnya pada faktor-faktor yang sudah disebutkan di muka, yaitu karena mudahnya kayu didapat dan tersedianya dalam jumlah yang cukup, mudah dikerjakan tanpa ketrampilan khusus dan sebagainya. Oleh karena itu sampai akhir abad ke-19 kurang atau tidak ada penelitian yang sistematik mengenai kayu, tidak ada sejenis penelitian yang sekarang dapat kita sebut Ilmu Kayu.

Kesadaran akan perlunya penelitian timbul pada akhir abad ke-19 ketika mulai dirasakan adanya kelangkaan kayu, baik di Eropa maupun di Amerika Serikat, baik karena penggunaan maupun karena pembukaan hutan untuk tanah pertanian, pemukiman dan lain-lain. Meskipun kelangkaan ini masih bersifat nisbi dalam arti langka bagi jenis-jenis kayu yang sudah dikenal dan lazim digunakan, namun timbul kesadaran bahwa untuk mencari pengganti jenis-jenis kayu tersebut diperlukan penelitian.

Karena industri perkayuan yang ada mempunyai sifat yang bermacam-macam, maka cara pendekatan untuk memecahkan masalah bahan baku ini juga berbeda-beda.

Mudah dimengerti bahwa terutama para ahli kehutananlah yang pertama-tama merasa bertanggung jawab atas tugas ini. Dengan latar belakang pengetahuan mereka yang bersifat biologis, maka pendekatan yang dipakai dalam mencari kayu pengganti ini adalah melalui ilmu anatomi yang secara kualitatif membandingkan struktur anatomi pelbagai alternatif kayu pengganti, maupun secara kuantitatif membandingkan tebal dinding sel, panjang serat, proporsi banyaknya masing-masing tipe sel dan lain-lain. Dengan demikian maka Ilmu Anatomi Kayu yang semula lebih banyak dipakai untuk tujuan-tujuan risalah maupun identifikasi jenis-jenis kayu, pada kesempatan itu digunakan sebagai alat pembantu untuk menentukan penggunaan kayu. Meskipun pendekatan ini tidak selalu memberikan hasil yang memuaskan, diperoleh petunjuk-petunjuk yang kuat bahwa sifat-sifat kayu maupun penggunaannya yang tepat merupakan fungsi tipe-tipe sel, banyaknya masing-masing tipe dan penyebarannya dalam jaringan kayu.

Para ahli kimia yang lebih berkepentingan dengan pengolahan kayu secara kimiawi lebih banyak melihat masalah-masalah yang dihadapi dari segi susunan kimia kayu, baik susunan dinding sel yang terdiri atas selulose, hemiselulose dan lignin, maupun susunan kimia zat-zat yang terdapat dalam rongga-rongga sel yang secara keseluruhan disebut ekstraktif. Selanjutnya para ahli teknik meninjau kayu dari aspek yang lain lagi, yaitu dari segi sifat-sifat fisika dan mekanikanya.

Dari uraian-uraian di atas jelaslah bahwa penelitian-penelitian dasar tentang kayu pertama-tama secara terpisah-pisah dilakukan oleh para ahli kehutanan, kimia dan keteknikan yang dalam kariernya masing-masing mengabdikan diri dalam bidang profesi yang berhubungan dengan kayu dan masing-masing menerapkan disiplin ilmunya pada aspek-aspek tertentu dalam mempelajari kayu. Di dalam penerapan disiplin masing-masing ini ternyata kemudian bahwa semua perilaku dan penampilan *(performance)* kayu tidak dapat diterangkan hanya dengan satu disiplin saja. Timbullah kesadaran bahwa kayu adalah suatu zat yang kompleks dibandingkan dengan bahan-bahan lain. Kayu adalah hasil metabolisme suatu tumbuh-tumbuhan, yaitu pohon, karena itu sifat-sifat kayu sangat bervariasi oleh pengaruh faktor-faktor luar terhadap pertumbuhan pohon. Selain itu kayu dihasilkan oleh banyak spesies pohon, sehingga setiap jenis kayu mempunyai sifat-sifat anatomi, kimia dan fisika masing-masing.

Oleh karena itu maka semua disiplin ilmu tersebut di atas diperlukan dan ahli masing-masing dengan disiplin yang berbeda-beda itu berusaha untuk menjangkau disiplin lain-lain yang diperlukan itu dengan mencari kerjasama dengan ahli-ahli di bidang-bidang lain. Dengan cara demikian secara berangsur-angsur terbentuklah ilmu yang bersifat interdisipliner, yang disebut Ilmu Kayu. Dengan sendirinya ilmu ini masih sangat muda dibandingkan dengan Ilmu Kehutanan sendiri. Tidak dapat disebutkan secara pasti kapan Ilmu Kayu dilahirkan, karena ilmu ini berkembang selama bertahun-tahun sebelum mencapai kedudukan yang mantap sebagai suatu ilmu.

Hadirin yang terhormat,

Perkembangan suatu ilmu selalu dilandasi penelitian-penelitian, yang kemudian biasanya diikuti dengan penyampaian ilmu itu dan pembinaannya lebih lanjut melalui lembaga-lembaga pendidikan tinggi. Dalam hal Ilmu Kayu Jepang termasuk di antara negara-negara maju yang sangat awal dalam mendirikan lembaga penelitian ini, yaitu pada tahun 1878. (Anon., 1983), kemudian Amerika Serikat pada tahun 1910 (Anon., 1971), Canada pada tahun 1914 (Hillis. 1984), Inggris pada tahun 1920 (Rendle, 1970), Australia pada tahun 1929 (Anon., 1957) dan Jerman pada tahun 1930 (Anon, 1977). Namun perkembangan yang paling pesat terjadi di Amerika Serikat; tentu saja hal ini erat kaitannya dengan sumber daya hutan yang sangat besar dan perkembangan industri kayu yang sangat pesat di negeri itu. Oleh karena itu dalam perkembangan Ilmu dan Teknologi Kayu, negara-negara lain lebih banyak berorientasi pada perkembangannya di Amerika Serikat atau paling tidak menggunakannya sebagai bahan acuan. Pola perkembangan itu dapat diikuti di bawah ini.

Ilmu dan Teknologi Kayu di Amerika Serikat telah dirintis kehadirannya sejak akhir abad ke-19 (Ellis, 1964), yaitu ketika mulai terjadi kelangkaan beberapa jenis kayu industri. Penelitian-penelitian kecil tentang struktur kayu, kerapatan kayu, lebar lingkaran tahun dihubungkan dengan sifat-sifat kayu seperti misalnya kekuatannya, dapat dianggap sebagai perintis dalam perkembangan Ilmu dan Teknologi Kayu. Sejak saat itu sedikit demi sedikit ilmu ini mulai memasuki pendidkan kehutanan di tingkat universitas, pertama kali sebagai matakuliah Pemanfaatan Kayu *(Wood Utilization)*. Termasuk di dalamnya adalah Pembalakan Kayu *(Logging)*, deskripsi tentang industri-industri utama dan pemasaran,

Nama-nama lain untuk matakuliah ini adalah Hasil Hutan *(Forest Products)* dan Pemanfaatan Hutan *(Forest Utilization)*. Nama Teknologi Kayu baru mulai dipakai dan masuk dalam kurikulum pada tahun 1929.

Pendidikan dalam Ilmu dan Teknologi Kayu ini pertama kali dirintis oleh beberapa perorangan dan beberapa lembaga pendidikan yang berminat. Perkembangan selanjutnya dibina oleh para perintis akademik ini. Sebagai contoh, kuliah-kuliah yang pertama mengenai anatomi dan struktur kayu disajikan oleh Departemen Botani sebagai matakuliah khusus. Fisika Kayu diberikan sebagai uraian deskriptif tentang sifat-sifat fisika dan mekanika kayu. Matakuliah lain yang berkembang pada saat permulaan adalah Pengeringan dan Pengawetan Kayu. Program-program perkuliahan dalam bidang ini cukup baik, tetapi kerapkali terbatas pada hal-hal yang praktis dan kurang didasarkan pada ilmu-ilmu Fisika dan Biologi.

Karena kemajuan industri, maka pada tahun 1922 disarankan agar Sekolah-sekolah Kehutanan mulai memperkenalkan kurikulum Pemanfaatan Kayu dengan bekerjasama dengan Sekolah-sekolah Teknik dan Sains. Kurikulum semacam itu hanya disajikan oleh beberapa lembaga pendidkan dengan harapan agar di kemudian hari dapat dikembangkan, apabila permintaan dan kesempatan kerja para lulusan menjadi jelas. Oleh karena itu dapat dimengerti mengapa program-program ini pada permulaannya masih disatukan dengan program pendidikan kehutanan umum.

Sepuluh tahun kemudian, yaitu pada tahun 1932, sudah terdapat banyak sarjana kehutanan yang bekerja pada industri. Namun sebagian besar pekerjaan pada bidang ini ternyata dipegang oleh orang-orang bukan ahli hutan yang tidak mempunyai pengetahuan sama sekali tentang aspek-aspek teknis kehutanan. Oleh karena itu kemudian dirumuskan bahwa program studi Pemanfaatan Hutan perlu dipisahkan dari Manajemen Hutan dan mempunyai tiga aspek besar, yaitu pengetahuan tentang kayu, sifat-sifatnya, dan penggunaannya; pengertian tentang proses-proses keteknikan dan industri; pengetahuan tentang masalah-masalah ekonomi yang berkaitan dengan pemanfaatan hutan. Rupanya perumusan ini kemudian hari ternyata sesuai dengan perkembangan.

Periode Perang Dunia II dan sesudahnya telah membawa perkembangan yang pesat di bidang industri kayu, pendidikan dan kesempatan kerja dan bersamaan dengan itu kebutuhan akan pendidikan bagi para veteran. Keadaan ini telah mendorong dikembangkannya kurikulum baru dalam Teknologi Hasil Hutan oleh Sekolah-sekolah Kehutanan di seluruh

negeri. Kerapkali jalur yang ditempuh sampai kurikulum penuh adalah pertama kali sebagai minat *(option)*, kemudian dengan penambahan matakuliah pilihan mencapai tingkat *major* dan akhirnya melalui kegiatan penelitian dicapai kurikulum empat tahun penuh.

Dari uraian di atas nampak bahwa perkembangan Ilmu dan Teknologi Kayu sangat dipengaruhi oleh perkembangan industri kayu pada umumnya. Sebagai disebutkan di muka Ilmu dan Teknologi Kayu ini menyangkut juga bidang keteknikan dan sains, tetapi rupanya ruang lingkupnya terlalu kecil bagi kedua disiplin ilmu ini untuk menanganinya secara khusus. Oleh karena itu perkembangan Ilmu dan Teknologi Kayu selalu dimulai dengan adanya kurikulum pada Sekolah-sekolah Kehutanan. Dengan demikian pendidikannya dapat diklasifikasikan dalam empat kelompok besar yang dapat dikembangkan menurut perkembangan industri:

1. Sekolah-sekolah Kehutanan yang menyajikan program kehutanan umum.
2. Sekolah-sekolah Kehutanan yang juga menawarkan kurikulum khusus untuk pendidikan tentang industri hasil hutan tanpa orientasi pada satu cabang industri yang khusus.
3. Kurikulum dengan spesialisasi tingkat tinggi yang di samping Teknologi Kayu juga mencakup teknologi *pulp*, kertas dan produk kimia lain.
4. Sekolah-sekolah Keteknikan dengan program umum mengenai bangunan dengan sedikit juga menangani masalah kontruksi kayu.

Hadirin yang terhormat,

Demikianlah evolusi yang dialami oleh Ilmu dan Teknologi Kayu sampai pada tahap sekarang ini menurut pola yang berkembang di Amerika Serikat. Nama Ilmu dan Teknologi Kayu ini dengan cepat diterima sebagai nama tunggal untuk mengganti nama-nama Teknologi Kayu, Pemanfaatan Kayu, Hasil Hutan, Teknologi Hasil Hutan, Pemanfaatan Hutan dan lain-lain. Lahirnya perhimpunan teknis industri hasil hutan "The Forest products Research Society" pada tahun 1947 dapat dianggap sebagai saat diakuinya bidang ini sebagai sesuatu yang berbeda dari kehutanan dan keteknikan. Sebagai suatu perhimpunan teknis tugas utama perhimpunan ini adalah untuk mempublikasikan dan menyebarluaskan informasi penelitian dan

teknis dan kemajuan teknologi dalam industri hasil hutan. Dewasa ini anggotanya lebih dari 4000 tersebar di seluruh dunia. Suatu perhimpunan lain, yaitu "The Society of Wood Science and Technology", yang didirikan pada tahun 1960 mempunyai salah satu tujuan untuk memajukan Ilmu Kayu dan merupakan suatu organisasi profesi sebagai wadah bagi peneliti dan ahli teknologi yang memenuhi persyaratan sebagai anggota, baik karena pendidikan akademik maupun karena pengalaman profesinya (Haygreen and Bowyer, 1982). Keanggotaan dalam kedua organisasi ini dapat membantu dalam memelihara dan meningkatkan kemampuan spesialisasi dalam Ilmu dan Teknologi Kayu. Tetapi di luar semua fase perkembangan tersebut di atas tidak boleh kita lupakan pengetahuan yang telah ada mengenai kayu. Dalam hal ini peranan tukang kayu dari semua zaman dan tingkat kebudayaan patut kita hargai. Metode coba-coba *(trial and error)* yang mereka gunakan untuk mengetahui kayu apa yang terbaik untuk tujuannya menghasilkan suatu kumpulan pengetahuan praktis mengenai sifat-sifat pelbagai spesies kayu dan penggunaan kayu untuk bermacam-macam tujuan, yang kemudian telah memberikan dasar bagi keteknikan kayu (Young, 1982).

Dewasa ini yang dimaksud dengan Ilmu Kayu adalah tubuh pengetahuan yang dapat diterapkan pada kayu sebagai suatu bahan dan mencakup pengetahuan dalam pelbagai bidang terutama biologi, kimia, fisika, keteknikan dan juga matematika. Oleh karena itu Ilmu Kayu bersifat interdisipliner dan tidak berdiri sendiri kecuali bahan tunggal yang diselidikinya, yaitu kayu. Hal-hal yang dipelajari oleh Ilmu Kayu mencakup asal kayu, pertumbuhan pohon dalam lingkungannya, anatomi dan ultrastruktur kayu, semua aspek biologi kayu seperti sitologi kambium, xylem dan phloem, bagian-bagian tertentu dari fisiologi pohon, degradasi mikrobiologik kayu, sifat-sifat kimia kayu, sifat-sifat fisika dan mekanika kayu, sifat-sifat bahan yang diperoleh karena perlakuan kimiawi terhadap kayu. Kesemua sifat tersebut di atas penting untuk mengetahui perilaku kayu dalam pengolahannya dan harus dikuasai oleh seorang ahli Ilmu Kayu (Panshin and de Zeeuw, 1980).

Teknologi Kayu adalah ilmu yang menerapkan Ilmu Kayu dan pengetahuan yang ada kaitannya dengan itu untuk membuat kayu lebih bermanfaat bagi manusia. Kewajiban ahli teknologi kayu mencakup tugas-tugas yang luas mulai dari pemilihan bahan baku, pengawasan atas fungsi produksi, kontrol kualitas, dan produksi, desain produk dan peralatan dan lain-lain. Pekerjaannya memang dekat dengan keteknikan dan kerapkali menuntut persyaratan kemampuan yang sama. Bedanya adalah bahwa

karena pendidikannya dikhususkan pada kayu, maka kemampuannya lebih difokuskan pada penerapan penemuan-penemuan dalam Ilmu Kayu pada proses-proses seperti perekatan kayu, pengeringan kayu, pengawetan kayu, *finishing* kayu yang kesemuanya mungkin terjadi dalam konversi kayu ke dalam produk sekonder. Pekerjaannya kerapkali tidak hanya menuntut keahlian dan pengetahuan tentang Ilmu kayu, tetapi juga pengetahuan tentang peralatan dan cara-cara *processing* dalam industri. Ia harus mengetahui persyaratan-persyaratan kayu untuk pelbagai macam penggunaan, perlindungan kayu dalam penggunaan agar tidak lekas rusak, bahkan kalau perlu juga dalam pemasaran hasil hutan. Secara singkat ia harus menggabungkan pengetahuan tentang keteknikan, industri, dan sains dengan pengetahuan khusus mengenai sifat-sifat dan kelakuan kayu. Dengan demikian seorang ahli Teknologi Kayu sekaligus juga harus mengetahui tentang Ilmu Kayu dan sebaliknya seorang ahli Ilmu Kayu harus mengetahui tentang Teknologi Kayu.

Hadirin yang terhormat,

Sekarang bagaimanakah perkembangan Ilmu dan Teknologi Kayu di Indonesia? Industri kayu di negara kita masih dalam taraf pertumbuhan. Sesuai dengan kebijakan Pemerintah, pertumbuhan ini berintikan industri kayu lapis. Mengingat perkembangan industri yang masih bersifat industri dasar ini, maka dapat dimengerti bahwa Ilmu dan Teknologi Kayu di sini juga masih dalam taraf pertumbuhan. Meskipun demikian, ini tidak berarti bahwa Ilmu dan Teknologi Kayu selama ini belum memberikan jasa-jasanya. Penelitian-penelitian standar mengenai sifat-sifat kayu Indonesia yang sangat banyak jenisnya sejak lama telah dilakukan dan masih berlangsung sampai sekarang. Meskipun hasil-hasil penelitian untuk sementara baru sebagian dapat dimanfaatkan oleh industri, data dasar mengenai kayu-kayu Indonesia sudah banyak terkumpul yang sewaktu-waktu dapat digunakan. Penelitian-penelitian lain juga sudah banyak dilakukan dalam usaha menunjang kepentingan industri seperti pengeringan kayu, perekatan kayu, pengawetan kayu, *pulp* dan kertas dan lain-lain.

Mengingat tahap pertumbuhan industri tersebut, maka pendidikan Ilmu dan Teknologi Kayu di Indonesia juga masih dalam tahap awal dan disajikan pada Fakultas-fakultas Kehutanan dengan kurikulum yang di samping memberikan pendidikan kehutanan umum, juga memberikan

tambahan pendidikan khusus mengenai Ilmu dan Teknologi Kayu sebagai penyaluran minat mahasiswa tanpa orientasi pada suatu cabang industri khusus.

Sayang bahwa minat mahasiswa untuk mengambil program studi ini sangat kurang. Di samping itu mereka yang mengambil program ini setelah lulus hanya sedikit yang mau terjun ke bidang industri perkayuan. Kebanyakan masih memilih bekerja di bidang kehutanan umum (manajemen hutan) dan kebanyakan sebagai pegawai negeri. Mereka yang akhirnya bekerja pada indusjtri kebanyakan tidak dapat bertahan untuk waktu yang cukup lama. Tidak diketahui dengan pasti apa penyebabnya, tetapi barangkali sikap ini ada kaitannya dengan minat mahasiswa yang sesungguhnya pada waktu memasuki Fakultas Kehutanan, yaitu untuk kemudian hari bekerja pada bidang yang berhubungan langsung dengan hutan (alam bebas) dan bukan dikurung dalam pabrik dengan ruang gerak yang dibatasi oleh tembok-temboknya. Lebih-lebih lagi kebanyakan industri ini adalah milik swasta, sehingga di samping kesempitan ruang gerak tersebut di atas, terdapat kesempitan-kesempitan lain seperti prospeknya di kemudian hari, penghargaan, hubungan kerja dan sebagainya. Satu-satunya jalan untuk mengatasi hal ini barangkali adalah dengan memisahkan program studi ini dari program studi kehutanan yang bersifat umum, sehingga sejak memasuki perguruan tinggi para mahasiswa telah siap untuk bekerja pada industri apabila telah lulus kelak. Saya tidak dapat memberikan kepastian kapan hal ini dapat dilaksanakan seperti halnya di negara-negara yang sudah maju industrinya. Perkembangan industri kayu di Indonesia akan ikut menentukannya di kemudian hari dan kunci yang menentukan atas perkembangan ini tidak lain adalah tersedianya kayu untuk penghara industri tersebut secara lestari. Oleh karena itu masa depan kayu yang akan diuraikan di bawah ini adalah sangat penting.

Hadirin yang terhormat,

Kita hidup dalam suatu dunia dengan sumber daya yang terus menyusut. Kenaikan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi merupakan sebab-sebab utama (FAO, 1966), tetapi di samping itu tidak kalah pentingnya adalah perkembangan ilmu dan teknologi. Perkembangan pasar yang sangat pesat sejak tahun 1940-an telah menyebabkan ilmu dan teknologi mengalami suatu evolusi ke suatu teknologi yang berorientasi kepada pasar tersebut (Hillis, 1978). Evolusi ini

mendorong adanya konversi sumberdaya yang telah ada, maupun yang baru ditemukan menjadi produk-produk yang beranekaragam sedemikian rupa, sehingga kadang-kadang terjadi eksploitasi yang kurang berhati-hati. Akibatnya beberapa sumberdaya telah habis, yang lain berkurang banyak dan menjadi sangat mahal.

Mengenai kayu, teknologi yang berorientasi kepada pasar ini membutuhkan volume kayu industri yang sangat besar untuk dikonversi ke dalam pelbagai bentuk produk seperti kayu bangunan, kayu lapis, papan partikel, *pulp*, kertas dan lain-lain. Akibatnya negara-negara yang sudah maju seperti Amerika Serikat, negara-negara di Eropa, Jepang dan lain-lain dengan kebutuhan kayu industri yang sangat besar telah mengalami defisit penyediaan kayu dari dalam negeri sendiri, sehingga harus mengimpornya dari negara-negara lain. Dalam hal ini sejak sebelum Perang Dunia II Afrika telah menjadi penyedia kayu industri yang penting bagi negara-negara di Eropa; kekurangan kayu di Amerika Serikat sebagian diisi oleh Canada, sedang kebutuhan kayu di Jepang, Korea Selatan, Taiwan dan lain-lain akhir-akhir ini banyak diisi oleh negara-negara tropik di Asia Tenggara. Sesungguhnyalah kayu dewasa ini telah menjadi komoditi yang tidak lagi mengenal batas negara dan negara-negara berkembang yang kebetulan memiliki sumberdaya hutan yang besar telah memanfaatkan kesempatan ini untuk memperoleh devisa bagi pembangunan negara dengan menjual kayunya pada negara-negara tersebut.

Yang perlu dipertanyakan sekarang adalah apakah secara global sumberdaya hutan mampu untuk memenuhi kebutuhan kayu sampai tahun 2000? Menurut FAO konsumsi kayu dunia dewasa ini diperkirkan sekitar 3000 juta m^3/tahun yang kurang lebih separohnya berupa kayu industri dan separoh lagi berupa kayu bakar untuk memasak dan lain-lain (FAO, 1982).

Kebutuhan dunia akan kayu industri untuk tahun 2000 sebesar $\pm$ 2500 juta m^3 diperkirakan masih akan dapat dipenuhi. Namun pada akhir abad ini permintaan akan hasil hutan diduga akan memberikan tekanan yang cukup berat terhadap penyediaan kayu, terutama untuk jenis-jenis kebutuhan tertentu (kayu tropika, kayu jarum, kayu *pulp*) dan di beberapa negara untuk semua jenis kebutuhan kayu (Jepang dan Eropa-Barat). Di samping itu negara-negara Asia dan Afrika yang pernah menjadi penyedia kayu di pasaran internasional, semakin banyak harus menjual hasil industri kayunya untuk kebutuhan di dalam negeri sendiri.

Keadaan penyediaan kayu bakar dunia nampaknya lebih suram, karena menyangkut lebih banyak jumlah penduduk terutama di negara-negara berkembang. Lagi pula karena nilainya yang rendah, kayu bakar sulit diperdagangkan antar daerah atau negara karena biaya transpornya yang tinggi. Dalam hal ini dapat dibedakan empat daerah kelangkaan kayu bakar di dunia (FAO, 1982):

1. Daerah-daerah dengan kelangkaan kayu bakar yang akut di mana penduduk tidak lagi dapat memperoleh kayu bakar untuk memenuhi kebutuhannya yang minimum.
2. Daerah-daerah yang masih dapat menyediakan kebutuhan kayu bakar minimum, tetapi pengambilan kayu bakar ini akan mengganggu kelestarian penyediaannya, dan apabila tidak berhati-hati, akan menimbulkan kelangkaan kayu yang akut.
3. Daerah-daerah yang pada tahun 1980 masih mengalami surplus kayu bakar, tetapi pada tahun 2000 dikhawatirkan akan mengalami defisit apabila konsumsinya berjalan seperti sekarang.
4. Daerah-daerah yang secara keseluruhan masih akan cukup kayu bakar pada tahun 2000, tetapi mengalami kekurangan pada daerah sekitar kota.

Secara keseluruhan pada tahun 1980-an ini terdapat ± 1800 juta penduduk yang menderita kekurangan kayu bakar. Di daerah-daerah pedesaan defisit ini sudah mencapai ± 400 juta m^3. Apabila keadaan ini tidak berubah, maka pada tahun 2000 akan terdapat 3000 juta penduduk yang kekurangan kayu bakar dengan defisit ± 1000 juta m^3 di pedesaan.

Hadirin yang terhormat,

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa secara global pada tahun 2000 akan terdapat kerawanan dalam penyediaan kayu, paling tidak akan makin banyak daerah yang mengalami kekurangan kayu, baik kayu industri maupun kayu bakar. Pada tahun 2000 itu permintaan kayu dunia akan melebihi produksi maksimum yang lestari dari sumber-sumber hutan dunia, apabila pola penggunaan kayu berjalan seperti sekarang. Oleh karena itu perlu diadakan pendekatan-pendekatan yang dinamis dalam penggunaan sumber hutan. Pendekatan-pendekatan itu dapat berupa:

1. Perbaikan-perbaikan dalam teknologi penggunaan kayu

   Industri-industri kayu harus terus-menerus memperbaiki efisiensi

dalam penggunaan sumber daya hutan. Selama ini dalam penebangan-penebangan kayu kira-kira 25 persen kayu atau lebih tertinggal di hutan terdiri atas pucuk-pucuk, cabang-cabang, batang pecah, kayu mati dan lain-lain yang dipandang tidak ekonomis untuk diangkut dan diolah. Dari semua kayu yang diolah di penggergajian dan pabrik kayulapis hanya separohnya dapat menjadi produk dengan nilai tinggi. Sisanya diubah jadi serpih untuk kemudian diolah jadi papan partikel atau *pulp*. Apabila yang belakangan ini belum ada pabriknya, maka sisa kayu tersebut dibakar untuk memproduksi uap. Penggunaan jenis-jenis yang belum dikenal juga perlu ditingkatkan termasuk jenis-jenis yang diperkenalkan sebagai tanaman kayu asing atau baru.

Dalam rangka efisiensi penggunaan kayu ini dewasa ini memang telah dikembangkan teknologi yang memanfaatkan komputer atau alat-alat elektronik lain. Sebagai contoh dalam bidang anatomi kayu telah diterapkan "microprocessor-based technology" yang memungkinkan kuantifikasi struktur anatomi kayu dengan menggunakan komputer (Ilic and Hillis, 1983). Dengan cara ini perilaku kayu dalam pengolahan dapat diperkirakan dengan lebih seksama, sehingga dapat ditentukan bagaimana cara pengawetannya, desain keteknikannya, pembuatan *pulp*nya, cacat-cacat yang mungkin terjadi dalam pengeringannya dan sebagainya. Dengan demikian dapat ditentukan cara penggunaan kayu yang tepat, sehingga dapat mencegah pemborosan.

Forest Products Laboratory di Madison Amerika Seriakt dewasa ini sedang mengembangkan Proyek STRETCH yang menitikberatkan pada penggunaan teknologi baru dalam rangka efisiensi penggunaan kayu (Leslie, 1975). Proyek ini memanfaatkan komputer, teknik-teknik pengolahan baru, desain-desain baru yang dapat menghemat bahan baku, menaikkan rendemen dan kualitas produk. Sebagian teknologi ini telah selesai dan diterapkan dalam industri. Contoh-contoh di antaranya adalah komputerisasi penggergajian. Suatu "electronic scanner" secara teliti memasukkan data mengenai diameter, panjang dan peruncingan *(taper)* kayu bulat ke dalam komputer dan komputer akan menentukan cara menggergaji yang terbaik. Alat elektronik lain, yang disebut "ultrasonic defectometer", dapat menemukan matakayu dan komputer akan menentukan dan mengatur cara pemotongan papan yang terbaik. Alat elektronik lain digunakan untuk mengadakan pengujian kayu tanpa merusaknya atau "nondestructive testing". Penelitian-

penelitian tentang efisiensi penggunaan kayu ini perlu terus dikembangkan.

2. Pengelolaan hutan secara lebih intensif dan pemasaran yang lebih terarah

Hutan-hutan yang ada perlu dikelola dengan lebih intensif, agar terhindar dari kerusakan-kerusakan. Dalam jangka menengah tindakan ini diharapkan akan dapat menaikkan produksi. Tetapi suatu hal yang barangkali jarang terfikirkan adalah dalam hal pemasaran kayu ke pasaran internasional, yaitu apakah pemasaran ini tidak cenderung memberikan harga kayu yang terlalu rendah. Kita sering melihat adanya praktek-praktek banting harga dalam situasi-situasi tertentu. Cara ini dapat berakibat fatal bagi negara-negara produsen karena dengan demikian tidak cukup biaya untuk mengadakan pembangunan hutan, yang pada akhirnya dapat mengubah negara dengan surplus kayu menjadi defisit.

3. Pembangunan hutan

Kelestarian hutan dan kelestarian produksinya hanya dapat terjamin, apabila eksploitasi hutan diikuti dengan pembangunan hutan. Dengan pengelolaan hutan yang tepat, kayu dapat dihasilkan dengan kecepatan yang jauh lebih tinggi daripada di hutan alam. Ini biasanya lebih mudah dicapai dengan hutan tanaman. Hutan ini per satuan luas akan memberikan saham yang lebih besar kepada produksi kayu dibandingkan dengan hutan alam. Selain itu karena riapnya yang lebih tinggi, maka produksinya dapat dipusatkan pada luas areal yang lebih kecil, sehingga mengurangi biaya eksploitasi dan transportasi. Ukuran dan sifat-sifat kayu yang lebih seragam pada hutan tanaman lebih sesuai untuk kepentingan industri. pemuliaan pohon juga lebih mudah dilakukan untuk menghasilkan pohon-pohon dengan sifat-sifat yang diinginkan, sedang pengelolaan hutannya juga lebih sederhana.

4. Peranan masyarakat

Semua pendekatan tersebut di atas tidak ada gunanya apabila tidak ada partisipasi dan kesadaran masyarakat dalam mengamankan hutan dari kerusakan, kebakaran, pencurian dan sebagainya. Perlu adanya kesadaran bahwa hutan bukannya suatu tambang kayu, melainkan suatu sumberdaya yang terbarukan. Akan tetapi sifat terbarukan ini tidak akan terwujud tanpa adanya suatu usaha yang

sungguh-sungguh untuk membangun hutan. Membangun hutan untuk produksi kayu adalah penting, karena kayu merupakan komoditi yang dibutuhkan oleh dunia sepanjang masa.

Hadirin yang terhormat,

Pendakatan-pendekatan yang diuraikan di atas adalah upaya untuk mengatasi kemungkinan kekurangan kayu industri di masa yang akan datang. Tetapi yang perlu juga mendapat perhatian yang serius adalah adanya ketidak-seimbangan antara kebutuhan dan penyediaan kayu bakar, karena:

1. Kedudukan kayu bakar untuk memasak sangat esensial dan di banyak daerah sulit diganti.
2. Pengambilan kayu bakar akan menyebabkan adanya kerusakan lingkungan yang sulit diperbaiki.

Bahaya akan adanya kekurangan kayu bakar ini tidak hanya terdapat di daerah-daerah yang miskin akan hutan, tetapi juga di daerah-daerah berhutan lebat dengan pusat-pusat penduduk yang jauh dari sumber kayu bakar. Perdagangan kayu bakar antar daerah biasanya tidak dapat memecahkan persoalan, karena mahalnya biaya angkutan dan terbatasnya daya beli masyarakat. Perdagangan dalam bentuk arang mungkin lebih baik, khususnya untuk daerah perkotaan.

Untuk mengatasi kekurangan kayu bakar ini dapat ditempuh pelbagai cara:

1. Penghematan kayu bakar dengan menciptakan tungku-tungku hemat energi dari bahan-bahan lokal.
2. Pembuatan arang dari limbah-limbah kayu, sisa-sisa penebangan atau jenis-jenis kayu yang tidak laku.
3. Penggunaan limbah-limbah pertanian yang lain seperti sekam, tahi gergaji dan lain-lain.

Tetapi upaya-upaya ini tetap tidak dapat mengurangi perlunya mengadakan penghijauan dalam jangka panjang dengan partisipasi rakyat setempat di tanah-tanah rakyat, tanah desa, pematang-pematang, tepi-tepi jalan dan sungai-sungai dan lain-lain, kombinasi antara pertanian dan kehutanan *(agroforestry)*, penanaman pohon-pohon yang selain menghasilkan kayu bakar juga dapat menghasilkan buah atau bahkan kayu industri. Tetapi usaha-usaha ini membutuhkan investasi yang tidak sedikit, yaitu untuk pembangunan dan pemeliharaan pesemaian, untuk

penanaman dan pemeliharaan sebelum hasilnya dapat dipungut.

Hadirin yang terhormat,

Kiranya uraian saya ini tidak lengkap apabila saya tidak menguraikan mengenai sumberdaya hutan Indonesia dan hari depannya. Luas kawasan hutan di Indonesia adalah sebesar 148,6 juta ha dengan luas yang berhutan sebesar 119,3 juta ha atau 62,2 persen (Anon., 1981). Luas hutan di Jawa hanya 2,944 juta ha, sehingga sebagian besar hutan-hutan tersebut di atas terletak di Luar Jawa dan terdiri atas hutan hujan tropika. Selama 15 tahun terakhir ini hutan-hutan tersebut telah memberikan sumbangannya yang tidak kecil dalam menunjang pembangunan nasional: sebagai sumber pendapatan negara, perluasan kesempatan kerja serta sebagai sumber devisa, bahkan pernah menduduki sebagai penghasil devisa terbesar nomor dua setelah minyak bumi.

Dalam masa sepuluh tahun antara tahun 1972—1981 rata-rata produksi 22,5 juta m^3/tahun dengan angka tertinggi 26,9 juta m^3 pada tahun 1979 (Anon., 1983). Antara tahun 1972—1980 telah diekspor sebanyak rata-rata 17,654 juta m^3/tahun dengan angka tertinggi pada tahun 1978 sebesar 20,2 juta m^3. Nilai ekspor rata-rata adalah sebesar US$929,0 juta/tahun dengan nilai tertinggi pada tahun 1980 sebesar US$1 805,5 juta.

Sebelum tahun 1980 ekspor ini sebagian besar (± 96 persen) berupa kayu bulat yang belum diolah. Tetapi semenjak tahun 1980, yaitu dengan dikeluarkannya Surat Keputusan Bersama Tiga Menteri (Pertanian, Perindustrian, Perdagangan) yang membatasi ekspor kayu bulat, maka pembangunan industri perkayuan semakin meningkat dan diharapkan ekspor kayu olahan akan semakin meningkat pula. Pada saat ini tercatat ± 275 kilang penggergajian yang sudah berproduksi dan 124 dalam tahap persiapan. Pabrik kayulapis yang sudah berproduksi ada 64 buah dan 105 buah sedang dibangun (Gani Abu, 1983). Dari segi penggunaan kayu pada tahun 1983 dibutuhkan 23,4 juta m^3 (Apandi Mangundikoro, 1984). Menurut perkiraan Departemen Kehutanan pada akhir Pelita IV kebutuhan kayu untuk industri akan mencapai sekitar 40 juta m^3. Pada tahun 2000 atau akhir Pelita VI kemungkinan besar kebutuhan kayu akan mencapai 80 juta m^3 atau lebih.

Pada tahun 2000 hutan alam yang ada diperkirakan tidak lagi akan mampu memenuhi kebutuhan kayu yang terus meningkat itu (Sadan

Widarmana, 1983; Apandi Mangundikoro, 1984). Pengalaman eksploitasi hutan alam selama ini, meskipun dengan cara tebang pilih, belum memberikan harapan akan adanya permudaan alam yang menurut perhitungan akan dapat menjamin kelestarian produksi. Belum lagi diperhitungkan adanya penurunan kualitas hutan karena adanya perladangan berpindah, kebakaran hutan, penebangan liar dan belum dilaksanakannya permudaan hutan dengan baik pada areal bekas tebangan oleh para pengusaha hutan. Dengan situasi seperti ini maka apabila kebutuhan kayu pada tahun 2000 itu ingin dicapai, perlu dibangun hutan produksi baru. Hutan produksi baru ini tidak lain adalah hutan tanaman yang menurut perkiraan akan mempunyai kemampuan produksi yang lebih tinggi. Hutan tanaman industri ini akhir-akhir ini sedang menjadi bahan pembahasan dan dikenal dengan nama *Timber Estate*.

Hadirin yang terhormat,

Uraian-uraian di atas menunjukkan bahwa hari depan kehutanan dunia akan ditandai oleh:
(1) menyusutnya sumberdaya hutan dunia khususnya hutan alam
(2) terus meningkatnya konsumsi kayu
(3) makin meluasnya hutan tanaman.
Oleh karena itu dapat diharapkan bahwa kayu dari hutan tanaman yang cepat tumbuh dan berdaur pendek akan makin mendominasi penyediaan kayu dunia di masa datang. Industri perkayuan jelas tidak akan lagi sanggup menunggu tumbuhnya pohon sampai berpuluh-puluh tahun untuk dapat mempunyai diameter yang besar-besar seperti yang selama ini diperoleh dari hutan alam.

Untuk menghadapi situasi semacam ini di masa depan diperlukan penelitian-penelitian dalam jangka menengah maupun jangka panjang yang meliputi:

1. Kualitas kayu, penilaian dan pengendaliannya

   Untuk memperoleh kayu dengan kualitas yang baik dan seragam diperlukan pendekatan biologis dan teknis. Dalam hal ini diperlukan suatu teknologi yang dapat diterapkan pada hutannya maupun pada hasil hutannya, sehingga dapat dicapai efisiensi dalam produksi kayu dan kualitas produk tanpa harus mengeluarkan tambahan tenaga atau biaya. Untuk mencapai hal ini diperlukan adanya

integrasi antara teknik-teknik silvikultur dengan kebutuhan para pengguna kayu meliputi:

a. Pemilihan genotipe-genotipe pohon dengan bentuk dan kecepatan tumbuh yang terbaik, tetapi juga dengan sifat-sifat kayunya yang terbaik (seperti kelurusan batang, kerapatan kayu, besarnya matakayu, jarak internodia, tegangan tumbuh rendah); memperkecil perbedaan kerapatan antara kayu juvenil* (kayu sekeliling hati) dan kayu dewasa di bagian luar batang.
b. Pemilihan teknik-teknik silvikultur dan tempat tumbuh yang secara lestari dapat memproduksi kayu dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan oleh industri dan dengan cacat-cacat yang minimum.

Dengan demikian maka keterlibatan para ahli ilmu dan teknologi kayu sangat diperlukan. Juga perlu dikembangkan cara-cara penilaian sifat-sifat kayu yang lebih tepat dan cepat. Selain itu perlu adanya kerjasama antara para perencana tanaman, industri dan para peneliti agar diperoleh pengertian bersama akan kebutuhan masa depan.

2. Pengertian yang lebih mendalam tentang kayu juvenil dan kayu inti.

Karena pada hutan tanaman umur pohon pada saat ditebang lebih rendah, maka bagian kayu juvenil relatif lebih besar. Kayu juvenil ini kekuatannya lebih rendah daripada kayu dewasa. Penelitian tentang penggunaan kayu juvenil ini sangat diperlukan. Di samping sifat-sifat primer kayu juvenil ini diperlukan pengertian yang lebih mendalam tentang adanya perubahan-perubahan sekonder seperti pembentukan kayu teras, kayu reaksi, hati rapuh *(brittle heart)* dan perubahan warna kayu *(discoloration)* karena pertumbuhan yang lebih cepat dan jarak yang lebih lebar. Pengetahuan ini akan membantu teknik-teknik permantauan *(monitoring)* pengaruh cara-cara silvikultur pada besarnya kayu inti yang mempunyai ciri-ciri tersebut di atas. Termasuk di sini adalah pengaruh pemangkasan cabang, penjarangan dan mungkin pemupukan dan saat pemberian perlakuan masing-masing tersebut.

3. Pengujian kekuatan kayu

Karena sebagian besar kayu digunakan sebagai kayu struktural, maka perlu dikembangkan teknik pengujian kayu baru yang berlaku secara internasional. Pengujian dengan mesin akan menjadi semakin

---

* kayu juvenil: kayu yang terbentuk dekat hati meliputi beberapa lingkaran tahun.

penting karena penggunaan kayu penjarangan, kayu juvenil dan kayu inti.

4. Pengeringan, pengawetan dan perlindungan kayu

Pengetahuan dasar tentang hubungan antara kayu dan cairan sangat diperlukan untuk mengerti dan memperbaiki proses-proses pengeringan (gerakan air dari rongga sel dan dinding sel) dan juga proses pengawetan (penetrasi cairan ke dalam rongga sel dan dinding sel). Perlindungan kayu yang lebih baik diperlukan untuk memperpanjang umur penggunaan kayu (dan dengan itu juga penghematan sumberdaya hutan) agar dapat mengurangi biaya perawatan, terutama dengan spesies yang kurang awet dan kayu yang kurang awet (yaitu kayu juvenil). Termasuk di sini adalah perlindungan kayu terhadap kebakaran dengan perlakuan tertentu.

5. Perekat dan perekatan kayu

Penggunaan kayu dari hutan tanaman yang berdiameter lebih kecil dan usaha untuk memperbesar rendemen akan mengharuskan penggunaan potongan-potongan kayu berukuran kecil. Potongan-potongan kayu berukuran besar akan berkurang, tetapi permintaannya tetap ada. Oleh karena itu perekatan kayu-kayu berukuran kecil diperlukan untuk membentuk kayu-kayu berukuran besar. Untuk keperluan ini dibutuhkan penyediaan perekat dengan harga rendah, tetapi dapat memberikan rekatan kayu yang kuat dan tahan lama. Penelitian-penelitian diperlukan dalam bidang perekatan dan kondisi-kondisi kayu yang perlu untuk perekatan yang baik.

6. Pemanfaatan limbah dan kayu penjarangan.

Di samping adanya penghematan biaya bahan baku apabila limbah dan kayu penjarangan dimanfaatkan, dari pemanfaatan ini diperoleh produk-produk dengan nilai tinggi, meskipun dibuat dari bahan bernilai rendah. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memproduksi kayu lapis, papan partikel, papan serat, *pulp*, kemikalia dan energi dari limbah dan kayu penjarangan secara lebih efisien.

Hadirin yang terhormat,

Demikianlah hal-hal yang ingin saya sampaikan dalam pidato pengukuhan ini. Semoga uraian ini bermanfaat bagi rekan-rekan yang

berkecimpung dalam Ilmu dan Teknologi Kayu maupun kehutanan pada umumnya.

Selanjutnya sebelum saya mengakhiri pidato ini perkenankanlah saya mengajukan beberapa himbauan. Himbauan saya yang pertama saya tujukan kepada para mahasiswa saya. Menurut pengamatan saya program studi Ilmu dan Teknologi Kayu selama ini tidak begitu menarik minat para mahasiswa. Di samping alasan yang saya kemukakan di muka, saya mempunyai dugaan bahwa para mahasiswa menganggap program studi ini sangat sukar dan khawatir kalau studinya terhambat. Anggapan ini adalah keliru sama sekali, karena Ilmu dan Teknologi Kayu tidak lebih sulit daripada Ilmu Kehutanan Umum, yang penting ialah kemauan dan motivasi. Saya yakin saudara-saudara tidak akan mengalami kesulitan dan tidak akan kecewa dalam mempelajari bidang ilmu ini, karena saudara akan menyelami rahasia pohon-pohon yang jenisnya ribuan di hutan-hutan kita dan bagaimana cara memanfaatkannya untuk kepentingan umat manusia. Janganlah kita membiarkan ilmuwan-ilmuwan asing untuk melakukan penelitian-penelitian atas kekayaan alam kita, sedang kita sendiri tidak berminat untuk melakukannya sendiri. Dewasa ini jumlah mahasiswi Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah mada semakin banyak (± 10 persen jumlah mahasiswa). Saya sangat mengharapkan perhatian dan minat mereka pada bidang ini karena tugas-tugas yang bersifat laboratoris lebih sesuai bagi mereka.

Himbauan saya yang kedua saya tujukan kepada rekan-rekan yang berkecimpung dalam bidang teknik, fisika dan kimia. Ilmu dan Teknologi Kayu telah berkembang atas jasa para ahli dalam ketiga bidang ini, bahkan berdirinya lembaga penelitian hasil hutan yang terbesar di dunia, yaitu Forest Products Laboratory di Madison, Amerika Serikat, dipelopori oleh para ahli teknik dan kimia dan bukan oleh ahli kehutanan. Sampai sekarangpun partisipasi para ahli ini masih sangat besar. Berhubung dengan itu saya menghimbau agar para ahli ketiga bidang tersebut di Indonesia meningkatkan perhatian kepada kayu sebagai bahan kajian. Dalam masa yang lampau Laboratorium Teknologi Fakultas Kehutanan menjalin kerjasama yang erat dengan Laboratorium Konstruksi Kayu Fakultas Teknik, yaitu dengan almarhum Ir. Soewarno. Saya mengharapkan kerjasama semacam ini dapat diteruskan.

Khususnya dari para ahli kimia saya mengharapkan perhatian yang lebih besar kepada Kimia Kayu, karena kayu akan merupakan sumber bahan kimia di masa datang apabila minyak bumi dan batubara telah habis (Goldstein, 1978). Bahan kimia yang berasal dari kayu dewasa ini telah

ada ratusan jumlahnya, dan jumlah ini akan terus bertambah (Barton, 1978; Katsen, 1978). Derivat-derivat baru dilaporkan hampir setiap hari dalam pustaka dunia. Sayang bahwa dewasa ini hanya beberapa saja yang dapat diproduksi dan dapat bersaing dalam pasaran, misalnya selulose dan lignin, rosin, gula kayu dan produk-produk sampingannya seperti etilalkohol, vanilin sintetik dan arang. Hanya kalau bahan kimia yang berasal dari minyak bumi telah habis barulah kiranya pemasaran bahan kimia dari pohon ini akan dapat berubah secara dramatis. Jumlah jenis kayu di Indonesia adalah ribuan dan ini terang akan merupakan sumber "silvichemicals" yang sangat beragam.

Hadirin yang terhormat,

Sampailah saya sekarang pada bagian akhir pidato pengukuhan saya. Pada kesempatan ini perkenankanlah saya pertama-tama memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia yang telah dilimpahkan kepada saya dan keluarga saya sehingga saya dapat mencapai kedudukan saya sekarang ini.

Saya menyadari sedalam-dalamnya bahwa di dalam mencapai kedudukan saya sekarang ini saya telah mendapat bantuan dan bimbingan dari pelbagai pihak. Berhubung dengan itu pada kesempatan ini perkenankanlah saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berjasa dalam membimbing saya hingga akhirnya saya mendapat kepercayaan untuk diangkat sebagai gurubesar dan diterima sebagai anggota Senat Universitas Gadjah Mada. Dalam hubungan ini terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Bapak Presiden Republik Indonesia, Bapak Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, Ketua, Sekretaris dan seluruh anggota Senat Universitas Gadjah Mada atas kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk memangku jabatan gurubesar.

Selanjutnya saya ingin menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para pendidik dan pengajar yang telah mendidik dan mengajar saya mulai dari Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi. Pertama-tama penghargaan ini saya sampaikan kepada guru-guru saya selama saya belajar di HIS Kebumen, khususnya almarhum Bapak Soemarmo, Bapak Atmodarsono, dan Bapak Soeroso yang sampai sekarang masih mengesan di hati saya. Kemudian saya juga merasa berhutang budi kepada guru-guru saya selama belajar di SMP II Yogyakarta, terutama kepada Bapak-bapak Chasan Basari, Bapak Soewardan,

Bapak Soebiakto dan Bapak Soeroto yang meskipun dalam zaman yang serba sulit selama pendudukan Jepang, tetap menjalankan tugas mendidik dengan dedikasi yang tinggi. Selanjutnya, meskipun sekolah saya di SMA terputus-putus karena revolusi fisik, namun saya merasa berhutang budi kepada guru-guru saya di SMA de Britto Yogyakarta tempat saya menamatkan pendidikan SMAB. Khususnya kepada Romo van Thiel, SJ, dan Ir. A. Liem Tiong Hien saya ucapkan terima kasih atas bimbingannya dalam matapelajaran Ilmu Pasti sehingga yang sukar menjadi mudah.

Terima kasih yang sebesar-besarnya juga saya sampaikan kepada pimpinan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Gadjah Mada, khususnya kepada Bapak Prof. Ir. Harjono Danusastro, yang pada tahun 1952 telah mendirikan dan selanjutnya membina Bagian Kehutanan sampai akhirnya dapat berkembang menjadi Fakultas Kehutanan yang berdiri sendiri, dan juga pada tahun 1957 telah mengusulkan saya menjadi staf pengajar pada Fakultas tersebut. Kepada para dosen yang telah membimbing saya sebagai mahasiswa kehutanan saya ucapkan terima kasih, khususnya para dosen berkebangsaan Belanda: Prof. Ir. F.K.M. Steup, Prof. Ir. C. Gärtner, Prof. Ir. F. Versteegh, Prof. Ir. E.H.P. Juta, Prof. Ir. A.H. Verkuyl, yang juga merupakan perintis-perintis berdirinya Bagian Kehutanan pada Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Saya juga tidak akan melupakan jasa para dosen Indonesia yang mengganti kedudukan para dosen Belanda setelah kepergian mereka hampir secara serentak pada tahun 1957, pada saat meningkatnya pertikaian politik antara Indonesia dan Belanda mengenai Irian-Barat, yaitu Ir. Soediarto Warsopranoto (almarhum), Ir. Kusniobari dan Ir. Soedarwono Hardjosoediro (sekarang Profesor).

Terima kasih dan penghargaan juga saya sampaikan kepada para dosen saya selama saya belajar di Faculty of Forestry, University of British Columbia, khususnya kepada Prof. Dr. R.W. Wellwood dan Dr. R.W. Kennedy yang telah menggugah minat saya pada bidang Ilmu dan Teknologi Kayu. Ucapan terima kasih dan penghargaan juga saya sampaikan pada para pembimbing saya selama belajar pada Department of Forestry, Australian National University: Prof. Dr. J.D. Ovington, Prof. Dr. D.M. Griffin dan Dr. W.E. Hillis, sehingga saya dapat meraih gelar Doctor of Philosophy. Dalam hubungan ini saya ingin juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman sejawat yang telah memberikan dorongan moril kepada saya untuk maju.

Pada akhir pidato saya ini perkenankanlah saya untuk menyampaikan terima kasih kepada para anggota keluarga saya. Rasa terima kasih

saya kepada ayah almarhum rasanya tidak dapat saya ungkapkan dengan kata-kata, begitu besar jasa beliau di dalam mendidik dan memberi pengarahan kepada diri saya. Demikian pula kepada Ibu saya yang telah mengasuh saya sejak kecil hingga dewasa, saya hanya dapat mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya.

Kepada isteri dan ketiga anak saya saya ucapkan terima kasih atas dorongan moril yang diberikan serta kesabaran dalam berpisah selama saya belajar di luar negeri.

Sekianlah pidato saya dan terima kasih atas perhatian dan kesabaran para hadirin.

KEPUSTAKAAN

Anon. 1957 *The Division of Forest products* CSIRO. CSIRO Melbourne. Australia.

Anon. 1971. *The History of the US Forest Products Laboratory (1910–1968).* Forest Products Lab. Forest Service, US Dept. of Agriculture.

Anon. 1976. *The International Book of Wood.* Simon and Schuster, New York.

Anon. 1977. *Research for Forestry and Forest Products Industry.* Federal Research Center for Forestry and Forest Products, Hamburg Reinbeck, Germany.

Anon. 1981. *Report on the Forest of Indonesia.* Dir. Gen. Forestry, Dir. Forestry Planning, Indonesia.

Anon. 1983. *Forestry and the Forest Products Research Institute.* Min. of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan.

Anon. 1983. *Kehutanan Indonesia.* Badan Inventarisasi dan Tataguna Hutan. Dep. Kehutanan RI.

Apandi Mangundikoro. 1984. Rencana umum pembangunan Timber Estates. Makalah Utama. *Lokakarya Pembangunan Timber Estates.* IPB 29–31 Maret 1984.

Auden, W.H. 1958. *Woods.* Modern Library, New York.

Barton, G.M. 1978. Chemicals from trees-outlook for the future. Special Paper. *8th World Forestry Congress.* Jakarta 16–28 Oct. 1978.

Ellis, E.L. 1964. *Education in Wood Science and Technology.* Society of Wood Science and Technology, Madison, Wisconsin.

FAO. 1966. Wood, world trends and prospects. *Unasylva 20* (1/2).

FAO. 1982. World forest products. Demand and supply 1990 and 2000. *FAO Forestry Paper* No. 29. Rome.

Gani Abu, A. 1983. Proyeksi pemasaran hasil industri kayu primer di dalam dan luar negeri. Makalah *Diskusi Industri Perkayuan,* Jakarta, 10–11 Okt. 1983.

Glesinger, E. 1950. *The Coming Age of Wood.* Secker and Wadburg, London.

Goldstein, I.S. 1978. Chemicals from wood: outlook for the future. Position Paper. *8th World Forestry Congress,* Jakarta 16–28 Oct. 1978.

Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1982. *Forest Products and Wood Science. An Introduction.* The Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Hillis, W.E. 1978. Towards more complete use of tropical wood resources Introductory Paper. *Conference on Wood Quality and utilization of Tropical Species*. Los Banos, the Philippines, 30 Oct. — 3 Nov. 1978.

Ilic, J. and W.E. Hillis. 1983. Video image processor for wood anatomical quantification. *Holzforschung 37*: 47—50.

Katsen, R. 1978. Research aspects of chemicals from wood: outlook for the future. Special Paper. *8th World Forestry Congress*, Jakarta 16—28 Oct. 1978.

Leslie, H.C. 1975. Technology in the new age of wood. *Technical Article, Forest Products Lab*. US Dept. of Agriculture.

Mumford, L. 1963. *Technics and Civilization*. Harcourt, Brace and World, Inc. New York and Burlingame.

Panshin, A.J. and C. de Zeeuw. 1980. *Textbook of Wood Technology* Vol. I McGraw Hill, New York.

Rendle, B.J. 1970. *Fifty years of timber research*. A short history of the Forest products Research Laboratory, princes Risborough. H.M. Stationary Office, London.

Sadan Widarmana, 1983. Suatu kajian teknologi untuk menentukan jenis kayu penting untuk industri kehutanan Indonesia pada awal Pelita VI. Makalah. *Sarasehan I Wanagama I*, Yogyakarta. 27—29 Des. 1983.

Young, R.L. 1982. Every age, the age of wood. *Interdisciplinary Science Review* 7 (3): 211—19.