

## Metode Kerja Laboratorium

Diperlukan kecakapan dan peralatan yang benar agar eksperimen kimia dapat berhasil dan bahan berbahaya dapat ditangani dengan aman. Pengetahuan dan kemampuan ini sebagai suatu bagian terintegrasi dari praktikum adalah sangat penting dan sangat diapresiasi serta kadang-kadang juga didefinisikan sebagai "seni sintesis kimia". Pentingnya teknologi eksperimen praktis untuk kesuksesan ilmu kimia pertama kali diakui oleh Justus von Leibig yang pertama kali melengkapi instruksi laboratorium pada tahun 1826. Kondisi kerja dan persyaratan keselamatan untuk eksperimen kimia berubah total sejak saat itu. Bagaimanapun, tetap menjadi kenyataan bahwa kecakapan, perhatian, ketekunan dan latihan merupakan hal yang diperlukan juga untuk keberhasilan dan keamanan eksperimen kimia-meskipun menggunakan peralatan paling modern sekalipun.



Laboratorium praktikum kimia-farmasi dari tahun 1894

Sangat banyak tulisan mengenai besarnya jumlah dan bermacam-macamnya peralatan laboratorium serta teknologi laboratorium eksperimental. Banyak buku-buku petunjuk praktis yang memberikan instruksi yang baik untuk eksperimental praktis, konstruksi peralatan atau teknologi pemisahan, misalnya destilasi atau ekstraksi. Semua ini tidak akan dibahas di sini. Daftar uraian buku-buku petunjuk praktek modern yang dapat diperoleh pada kebanyakan perpustakaan seperti:

## **Buku-buku dalam bahasa Jerman**

### **Organikum**

Klaus Schwetlick, Wiley-VCH, 21<sup>st</sup> Edition, 2001, ISBN 3-527-29985-8.

Buku ini merupakan buku petunjuk praktis kimia-organik klasik yang tidak perlu diragukan! Pada bab awal banyak pengetahuan yang sangat berguna untuk mendapatkan teknologi eksperimental. Fokus utama terletak pada eksperimen-eksperimen standar yang menggunakan peralatan gelas, dan prosedur pembilasan seperti distilasi, ekstraksi dan kristalisasi.

### **Die Praxis des organischen Chemikers Gattermann Wieland**

Th. Wieland, W. Sucrow; Walter de Gruyter, 43<sup>rd</sup> Edition, 1982, ISBN 3-11-006654-8.

Para pemula akan memperoleh suatu pendahuluan terperinci terhadap peralatan laboratorium petunjuk praktik kimia-organik. Lebih lanjut, buku ini memberikan informasi yang berguna mengenai pabrikan larutan berkonsentrasi tertentu serta mengenai pencucian dan pengeringan solven.

### **Reaktionen und Synthesen im organisch-chemischen Praktikum und Forschungslaboratorium**

L. F. Tietze, Th. Eicher; Georg Thieme Verlag, 2<sup>nd</sup> reviewed Edition, 1991, ISBN 3-13-612302-6.

Perlengkapan standar termutakhir digambarkan dalam buku ini beserta penggunaannya dijabarkan secara singkat. Pentingnya preparasi yang cermat untuk keberhasilan kerja di laboratorium dijelaskan pada tiap-tiap eksperimen.

### **Organisch-chemisches Grundpraktikum unter Berücksichtigung der Gefahrstoffverordnung**

Th. Eicher, L. F. Tietze; Georg Thieme Verlag, 2. neubearbeitete Auflage, 1995, ISBN 3-130-109602-0.

Peralatan standar termutakhir digambarkan dalam buku ini beserta penggunaannya dijabarkan secara singkat. Signifikansi yang besar dilukiskan untuk perencanaan dan preparasi suatu reaksi. Suatu skema kerja termasuk juga pembuangan limbahnya, diberikan pada setiap eksperimen.

### **Praxis der Organischen Chemie**

#### **Suatu petunjuk**

J. Leonard, B. Lygo, G. Procter; G. Dyker (Publishers); Wiley & Sons, 1996, ISBN 3-527-29411-2.

Buku ini ditujukan kepada orang-orang yang tertarik dengan kimia sintesis. Buku ini juga menjabarkan teknologi eksperimental tertentu yang tidak diperoleh dalam buku-buku petunjuk praktis lainnya: Teknik filtrasi khusus, produksi dan aplikasi reagen-reagen penandaan (*staining reagents*) untuk kromatografi lapis-tipis, kromatografi

cepat (*flash-chromatography*) atau rekristalisasi volume terkecil dengan tabung Craig.

### **Integriertes Organisches Praktikum**

S. Hünig, G. Märkl, J. Sauer; Verlag Chemie, 1979, ISBN 3-527-25473-0, **out of print**.

### **Arbeitsmethoden in der Organischen Chemie**

S. Hünig, P. Kreitmeier, G. Märkl, J. Sauer; Lehmanns Media, LOB.de, Berlin, 2006, ISBN 3-86541-148-7; tersedia *on-line* di: <http://www.ioc-praktikum.de/>

Buku kecil ini membahas seluruh aspek praktis pembelajaran laboratorium organik dasar. Instruksi-instruksi dan bagan-bagan yang ada menggambarkan seluruh teknik penting untuk para pemula dan masih banyak petunjuk praktis untuk membantu memulai pekerjaan.

### **Buku-buku dalam bahasa Inggris**

#### **Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry**

Arthur Vogel; Longman Scientific & Technical copublished in the United States with John Wiley & Sons, 5<sup>th</sup> Edition, 1989, ISBN 0-470-21414-7.

Mirip dengan "Organikum" klasik dan "Die Praxis des organischen Chemikers" yang berbahasa Jerman, teknologi laboratorium terbaru diperkenalkan dengan sangat deskriptif.

#### **Microscale Techniques for the Organic Laboratory**

Dana W. Mayo, Ronald M. Pike, Samuel, S. Butcher, Peter K. Trumper; John Wiley & Sons, 1991, ISBN 0-471-62192-7.

Buku ini tidak memuat eksperimen apapun, melainkan semata-mata menguraikan penggunaan peralatan laboratorium (misalnya penggunaan corong pisah) dan menyusun dengan benar peralatan standar bahkan termasuk alat pelengkap klem. Fokus utama lainnya terletak pada preparasi reaksi yang baik serta keselamatan di laboratorium.

#### **Organic Chemistry Experiments Microscale & Semi-Microscale**

Bruce N. Campbell, Jr., Monica McCarthy Ali; Books/ Cole Publishing Company, 1994, ISBN 0-534-17611-9.

Perhatian utama terletak pada peralatan-peralatan yang diperuntukkan untuk skala kecil. Juga ditegaskan tentang pentingnya perencanaan yang baik dari suatu reaksi. Selanjutnya, juga diberikan pendahuluan yang relatif terperinci mengenai kromatografi kolom dan kromatografi film-lapis-tipis.

### **Experimental Organic Chemistry Standard and Microscale**

L. M., Harwood, C. J. Moody, J. M. Percy; Blackwell Science, 2<sup>nd</sup> Edition, 1998, ISBN 0-632-04819-0.

Buku ini menjabarkan secara sangat deskriptif mengenai teknik secara eksperimental. Tidak hanya set up laboratorium standar, akan tetapi juga dijabarkan secara detail mengenai teknik-teknik seperti filtrasi panas atau bekerja di bawah kondisi gas inert. Juga diberikan tentang informasi mengenai bak pemanasan atau pendinginan, serta pendahuluan kromatografi kolom dan kromatografi lapis-tipis.

### **The Organic Chem Lab Survival Manual**

James W. Zubrick; John Wiley & Sons, 5<sup>th</sup> Edition, 2000, ISBN 0-471-38732-0.

Digambarkan secara deskriptif mengenai kegiatan laboratorium sehari-hari beserta bahaya yang mungkin ditimbulkannya. Teknik-teknik laboratorium terbaru diperkenalkan beserta indikasi-indikasi kesalahan tipikal yang berguna.

## **Aspek Lingkungan Input Energi Reaksi Kimia**

### **Ringkasan**

Beban lingkungan yang dihasilkan dari energi panas dan listrik adalah sangat penting. Sering kali dampak lingkungan total dari produk dan proses yang terjadi, didominasi oleh beban lingkungan ini. Untuk mengurangi beban lingkungan, energi harus dimanfaatkan seefisien mungkin. Dalam perencanaan teknik-kimia, hal ini menjadi syarat yang benar-benar dipertimbangkan, sedangkan dalam laboratorium eksperimen pengurangan energi kurang mendapat perhatian.

Seluruh teknik untuk memasukkan energi reaksi yang diperlukan untuk sintesis memakai energi listrik. Beberapa teknik pemanasan memiliki perbedaan efisiensi yang cukup lebar. Suatu investigasi menunjukkan bahwa untuk suatu konversi spesifik, energi yang diperlukan berbeda nyata, tergantung dari metode yang digunakan untuk memasukkan energinya. Sebagai contoh, penggunaan mantel pemanas hanya memerlukan energi listrik sebesar 70% dari energi listrik yang diperlukan jika digunakan penangas minyak untuk reaksi yang sama. Hanya 20% dari energi yang dikonsumsi oleh suatu penangas minyak jika direaksikan dalam medan gelombang mikro (*microwave*). Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh perbedaan kehilangan energi yang masuk ke lingkungan, seperti perbedaan efisiensi transfer energi dari media pemanas ke media reaksi. Kepentingan dari aspek ini ditegaskan oleh jumlah dari perbedaan-perbedaan ini. Efisiensi penyediaan energi memberikan pengaruh yang luas pada reaksi kimia dan oleh karena itu akan didiskusikan bersamaan dengan pemilihan bahan-bahan kimia.

Jika dimungkinkan, penggunaan mantel-pemanas lebih disukai dibandingkan dengan penggunaan pemanas minyak. Selanjutnya, penggunaan metode non-klasik untuk penyediaan energi seperti gelombang mikro, juga dapat membawa kepada pengurangan konsumsi energi. Kemudian, sangat penting untuk memastikan isolasi yang baik dari rancangan reaksi untuk meminimalisir kehilangan energi dan dengan demikian pengurangan energi harus senantiasa disisipkan.

**Rekomendasi yang diberikan akan menjadi efektif hanya jika tidak satupun aspek keselamatan seperti *overheating* lokal oleh penggunaan mantel-pemanas maupun kemungkinan terjadi persoalan praktis melarangnya.**

Tujuan dari investigasi dan eksperimen adalah bukan untuk menurunkan penggunaan energi yang tidak signifikan di laboratorium. Para pelajar akan dibuat peka terhadap konsumsi dan kehilangan energi dalam reaksi kimia. Dalam skala besar, faktor ini akan menentukan efisiensi reaksi.

## **Pendahuluan**

Dampak lingkungan yang dihasilkan dari penggunaan energi, seperti emisi dari produksi energi panas dan listrik oleh pembakaran BBM, mendominasi dalam banyak kasus keseimbangan ekologi (Beck et al., 2000), yaitu jumlah muatan lingkungan dari suatu proses dalam bagian luas ditentukan oleh pembuangan energi ini.

umumnya dalam reaksi kimia akan terjadi pemasukan ataupun pelepasan energi panas. Untuk reaksi di laboratrium, energi yang diperlukan umumnya disediakan oleh peralatan seperti mantel pemanas atau pemanas air atau minyak. Metode penyediaan energi tambahan, misalnya reaksi dalam medan gelombang mikro, penggunaan energi ultrasonik maupun mekanik, akhir-akhir ini kurang sering digunakan dan kerap kali hanya digunakan untuk reaksi yang sangat spesifik. Meskipun metode yang berbeda menggunakan prinsip yang berbeda dalam penyediaan energi, sesungguhnya tidak ada perbedaannya: semuanya mengkonversi energi listrik yang diperoleh dari rangkaian listrik ke energi yang diinginkan.

## **Investigasi**

### **Metode penyediaan energi yang mana yang paling hemat energi?**

Kemungkinan metode penyediaan energi yang mana yang paling disukai dari sudut pandang ekologi? Dengan kata lain, metode mana yang membutuhkan energi listrik terkecil untuk suatu reaksi tertentu yang dengan demikian memiliki efisiensi tertinggi? Untuk menginvestigasi pertanyaan ini, maka suatu reaksi dijalankan dengan suatu mantel pemanas, dengan penangas minyak dan yang terakhir menggunakan medan gelombang mikro; energi yang dikonsumsi (pada masing-masing metode penyediaan energi) ditentukan dengan suatu alat penghitung energi.

Hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa mantel pemanas memerlukan hanya 70% dari energi listrik yang digunakan reaksi ketika menggunakan penangas minyak. Bahkan energi listrik dapat dihemat hingga 80% jika reaksi dilakukan dalam suatu medan gelombang mikro (Diehlmann, 2002).

### **Apa alasan untuk perbedaan ini?**

Terdapat perbedaan yang signifikan pada pengkonsumsian energi dari metode penyediaan energi yang berbeda. Apa alasan untuk perbedaan ini? Dibandingkan dengan prosedur klasik (mantel pemanas, penangas minyak), sintesis dengan gelombang mikro memiliki waktu reaksi yang lebih singkat (durasi reaksi sekitar 30 menit). Tidak terdapat perbedaan waktu reaksi ketika menggunakan penangas minyak maupun mantel pemanas sebagai penyedia energinya (dalam kedua kasus kira-kira 2 jam). Perbedaan keduanya memiliki sebab yang berbeda.

### **Set up eksperimen di bawah kamera-IR**

Dengan bantuan termografi (Gambar 1 dan 2), perbedaan antara penggunaan mantel pemanas maupun penangas minyak dapat ditunjukkan.

Gambar 1 Foto IR - tingkat pemanasan dengan penangas minyak.

Temperatur permukaan eksperimen meningkat hingga 190 °C ketika digunakan tingkat pemanas. Permukaan kulit penangas minyak kira-kira tetap 130 °C. Sebagai perbandingan, penggunaan mantel pemanas memerlukan temperatur yang lebih rendah secara signifikan. Sehingga temperatur permukaan tertinggi yang diukur hanya sekitar 50 oC ketika menggunakan mantel pemanas dan karenanya temperatur tingkat pemanas berada lebih rendah dari penangas minyak.

Gambar 2 foto-IR-mantel pemanas

### **Temperatur permukaan berdampak pada transfer energi**

Energi yang hilang dari suatu bahan ke lingkungan terutama untuk proses konveksi. Radiasi panas kurang penting dalam reaksi yang diujicobakan. Berdasarkan persamaan untuk transfer panas energi yang diemisikan secara konveksi  $Q$  meningkat dengan naiknya perbedaan temperatur antara peralatan laboratorium dengan media sekitarnya.

$$Q_k = \alpha g F (T_{\text{bahan}} - T_{\text{lingkungan}}) g \Delta t$$

$Q_k$	= energi yang diemisikan secara konveksi oleh rangkaian eksperimen
$\alpha$	= koefisien transfer panas
$F$	= permukaan rangkain eksperimen
$T_{\text{bahan}}$	= temperatur permukaan rangkaian eksperimen
$T_{\text{lingkungan}}$	= temperatur media sekitar
$\Delta t$	= waktu transfer panas

## **Waktu isolasi dan reaksi dapat saling mengubah keseimbangan**

berdasarkan latarbelakang ini, jelas terlihat bahwa keuntungan "sintesis gelombang mikro" adalah dikarenakan oleh waktu reaksi yang lebih singkat dibandingkan dengan metode reaksi klasik. Kehilangan energi karena konveksi adalah sangat kecil dengan waktu reaksi yang lebih singkat. Perbedaan konsumsi energi antara mantel pemanas dan penangas minyak dapat dijelaskan dengan baik dengan persamaan di atas. Karena perbedaan temperatur dari permukaan pemanas menyebabkan perbedaan jumlah energi yang ditransfer ke lingkungan. Untuk menggantikan "kehilangan energi" ini, maka lebih banyak energi listrik yang harus diambil dari jaringan listrik. Dari hasil pengukuran fotografi-IR, kemudian ditentukan perkiraan kehilangan energi dari dua rangkaian eksperimen. Penggunaan mantel pemanas kira-kira 50%, penggunaan tingkat pemanas dengan penangas minyak kira-kira 85% energi listrik yang diambil dari rangkaian yang ditransfer ke lingkungan. Perbedaan kehilangan energi dari dua rangkaian eksperimen klasik dan perbedaan temperatur permukaan media pemanas, keduanya dapat dijelaskan oleh isolasi yang baik dari pelindung pemanas yang digunakan.

## **Rekomendasi dari hasil**

### Umum:

Dalam diskusi dampak lingkungan suatu reaksi, aspek input energi kurang terwakili hingga kini. Investigasi kami menunjukkan bahwa bagian terbesar dampak lingkungan suatu sintesis adalah disebabkan dari proses-proses awal. Sebagai contoh, bagian terbesar dari total pengaruh lingkungan datang dari produksi listrik di pembangkit listrik. Berdasarkan latarbelakang ini, adalah sangat penting kiranya di masa depan untuk mempertimbangkan aspek energi di atas dasar yang sama dengan perbedaan aspek reaksi. Untuk suatu reaksi, tidak cukup bahwa "kimia" adalah benar, akan tetapi waktu reaksi (kinetik), temperatur reaksi atau isolasi juga berperan penting.

### Konkret:

Dari sudut pandang hasil penelitian, rekomendasi dapat diajukan berkaitan dengan pemilihan peralatan untuk melakukan reaksi kimia dalam laboratorium pada kasus nyata. Jika dimungkinkan penggunaan mantel pemanas lebih disukai dibandingkan penangas minyak. Efisiensi mantel pemanas lebih besar dibandingkan penangas minyak. Bagaimanapun, besarnya efisiensi transfer panas medium pemanas ke campuran reaksi yang disebabkan oleh isolasi yang lebih baik dan permukaan yang jauh lebih kecil, lebih disukai daripada penangas minyak. Penggunaan metode yang

lebih terbaru (seperti reaksi dalam medan gelombang mikro) juga berpengaruh pada konsumsi energi dari reaksi kimia dalam skala laboratorium. Bagaimanapun, waktu yang dihemat juga menjadi signifikan jika dibandingkan dengan reaksi menggunakan media pemanas klasik. Efisiensi gelombang mikro hanya sekitar 50%, akan tetapi pengeluarannya terutama ditransfer ke media reaksi. Selanjutnya, isolasi peralatan memberikan pengaruh yang lebih disukai pada konsumsi energi.

**Penting untuk catat bahwa rekomendasi yang diberikan hanya efektif jika tidak ada aspek keselamatan seperti *overheating* lokal oleh penggunaan mantel pemanas maupun kemungkinan terjadi persoalan praktis melarangnya.**

Beck, A., Schering, M. und Hungerbühler, K. (2000). Fate modelling within LCA. *The international Journal of Life Cycle Assessment*, 5(2000), 1-10.

Diehlmann, A. (2002). *Beitrag zur Implementierung des Leitbildes "Nachhaltige Entwicklung" in der Chemieausbildung*. Dissertation. Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Technische Chemie und Umweltchemie.

OK....OK INI SUDAH SELESAI DIKOREKSI BU.....