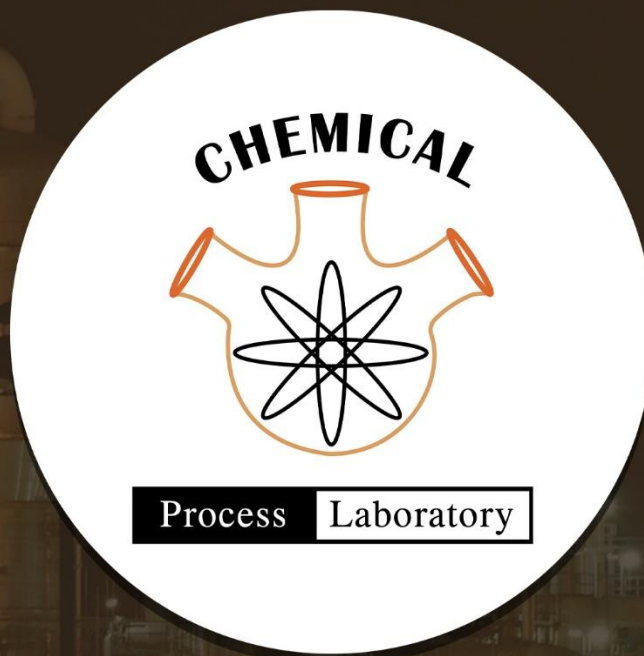




**CHEMICAL PROCESS LABORATORY
CHEMICAL ENGINEERING
DIPONEGORO UNIVERSITY**

BUKU PANDUAN



LABORATORIUM PROSES KIMIA

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

FORMAT PROPOSAL PRAKTIKUM PROSES KIMIA

Halaman Judul

Halaman Pengesahan

Ringkasan (2 paragraf)

Prakata

Daftar Isi (Menyesuaikan isi proposal)

Daftar Tabel (Jika pada proposal tidak ada maka tidak perlu ditulis)

Daftar Gambar (Jika pada proposal tidak ada maka tidak perlu ditulis)

Daftar Lampiran (Jika pada proposal tidak ada maka tidak perlu ditulis)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.2 Perumusan Masalah

1.3 Tujuan Praktikum

1.4 Manfaat Praktikum

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III METODE PRAKTIKUM

3.1 Rancangan Percobaan

3.1.1 Rancangan Praktikum

3.1.2 Penetapan Variabel

3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan

3.3 Gambar Rangkaian Alat

3.4 Prosedur Praktikum

Daftar Pustaka

Lembar Asistensi

FORMAT LAPORAN PRAKTIKUM PROSES KIMIA

Halaman Judul

Halaman pengesahan

Ringkasan (3 paragraf)

Prakata

Daftar Isi (sesuaikan dengan isi laporan)

Daftar Tabel

Daftar Gambar

Daftar Lampiran (Jika pada laporan tidak ada maka tidak perlu ditulis)

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Perumusan Masalah
- 1.3 Tujuan Praktikum
- 1.4 Manfaat Praktikum

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB III METODE PRAKTIKUM

- 3.1 Rancangan Percobaan
 - 3.1.1 Rancangan Praktikum
 - 3.1.2 Penetapan Variabel
- 3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan
- 3.3 Gambar Rangkaian Alat
- 3.4 Prosedur Praktikum

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB V PENUTUP

- 5.1 Kesimpulan
- 5.2 Saran

Daftar Pustaka

Lampiran : Laporan Sementara, Lembar Perhitungan Reagen, Lembar Perhitungan,
Referensi, Lembar Asistensi

FORMAT PENULISAN

PROPOSAL DAN LAPORAN SECARA UMUM

1. Penomoran

- Diletakkan di kanan bawah
- Halaman pengesahan s/d daftar gambar : **Angka Romawi kecil, TNR 12 (ii, iii, ...dst)**
- Bab 1 s/d daftar pustaka : **Angka biasa, TNR 12 (1, 2, 3 ...dst)**
- Penomoran untuk lampiran sesuai urutan (**A-1, B-1, C-1, D-1 ...dst**)

2. Layout

- Ukuran kertas F4
- Font TNR 12, justify
- Margins 4333 (left, bottom, right, top)
- Before, After 0
- Line spacing 1,5
- Rumus harus diketik

COVER

1. “PROPOSAL PRAKTIKUM” untuk proposal dan “LAPORAN PRAKTIKUM” untuk laporan, diketik UPPERCASE, tidak bold, font Arial 18.
2. “PRAKTIKUM PROSES KIMIA” diketik UPPERCASE, bold, font Arial 18.
3. “Materi”, “Disusun Oleh”, “Kelompok/Hari”, “Rekan Kerja” dan diketik dengan font Arial 12 dan diisi dengan huruf kapital serta tidak disingkat.
4. Judul materi praktikum bila berbahasa Inggris di Italic, font Arial 12.
5. Disusun oleh diisi dengan salah satu perwakilan anggota kelompok.
6. Rekan kerja diisi dengan nama-nama anggota kelompok, nama diketik sejajar, font Arial 12.
7. “LABORATORIUM PROSES KIMIA” ; “TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK” ; “UNIVERSITAS DIPONEGORO” ; “SEMARANG” diketik UPPERCASE, bold, font Arial 14.

LEMBAR PENGESAHAN

1. Penulisan judul “HALAMAN PENGESAHAN dst” ditulis menggunakan TNR 12 pt, *UPPERCASE, Center*, dan spasi paragraf 1,5.
2. Perhatikan setelah “HALAMAN PENGESAHAN” ditulis “PROPOSAL PRAKTIKUM” atau “LAPORAN PRAKTIKUM”.
3. Penulisan Materi Praktikum Bold dan *Capitalize Each Word*.
4. Penulisan Materi, Kelompok/Hari, dan Anggota, ditulisurut abjad dan menggunakan TNR 12 pt, *Capitalize Each Word, Align Left*, dan spasi paragraf 1,5.
5. Penulisan tanggal pada Halaman Pengesahan **Proposal Praktikum dikosongkan**.
6. Penulisan tanggal pada Halaman Pengesahan **Laporan Praktikum** yaitu **tanggal ACC** laporan dari dosen pengampu materi tersebut
7. Penulisan tanggal, dan pengesahan dosen ditulis menggunakan TNR 12 pt, *Capitalize Each Word, Align Left*, dan spasi paragraf 1,5.

8. Penulisan nama dan asisten pengampu menggunakan TNR 12 pt, *Underline*, *Bold*, dan spasi paragraf 1,5.

RINGKASAN

1. Proposal terdiri dari 2 paragraf (paragraf 1 → BAB 1 & 2, paragraf 2 → BAB 3)
2. Laporan terdiri dari 3 paragraf (paragraf 1 → BAB 1 & 2, paragraf 2 → BAB 3, paragraph 3 → BAB 4 & 5)
3. Spasi 1.0 untuk isi ringkasan
4. Jarak paragraf pertama dari “RINGKASAN” 1 spasi dengan line spacing 1,5
5. Margin 4333
6. Semua tulisan dalam ringkasan dibuat italic kecuali judul (“RINGKASAN”)
7. *Space Before and After Paragraf* dibuat 0 pt
8. Setiap pergantian paragraf awal kalimat dibuat menjorok ke kanan 1 cm
9. Font → TNR, 12 , Alignment → Justify
10. Maksimal 1 halaman

PRAKATA

1. Prakata ditulis dengan font TNR 12 pt. Line spacing 1,5, space before after 0.
2. Kata-kata dalam prakata dibuat oleh masing-masing praktikan.
3. Prakata harus memuat ucapan terima kasih untuk dosen penanggungjawab Laboratorium Proses Kimia, dosen pengampu materi, laboran (2 orang), koordinator asisten laboratorium Proses Kimia, asisten pengampu materi (2 orang), asisten laboratorium Proses Kimia dan teman-teman angkatan.
4. Halaman menggunakan angka romawi dan berada dipojok kanan bawah.
5. Judul materi yang menggunakan bahasa inggris harus dicetak miring (*italic*).
6. Awalan setiap paragraf dibuat menjorok kedalam dengan jarak 1 cm.
7. Sesuaikan penulisan “Laporan Praktikum” atau “Proposal Praktikum” pada prakata yang akan dibuat.

8. Prakata tidak perlu diberi tanda tangan.
9. Tanggal pada prakata cukup ditulis : Kota, Bulan Tahun.
10. Tanggal pada prakata sesuai dengan tanggal pembuatan proposal atau laporan.
11. Bagian tanggal dan penyusun dibuat rata kiri (*align left*) dan diletakan dibagian kanan.
12. Prakata maksimal 1 halaman.

DAFTAR ISI

1. Daftar isi ditulis dengan font TNR 12 pt. Line spacing 1,5, space before after 0.
2. Terdapat jarak 1 enter dan 1,5 line spacing antara judul dan konten dari daftar isi
3. Nomor halaman judul sampai daftar lampiran menggunakan angka romawi : i, ii, iii,...dst
4. Nomor halaman BAB 1 sampai Daftar Pustaka menggunakan angka biasa : 1, 2, 3, ...dst
5. Lampiran tidak perlu mencantumkan nomor halaman.
6. Judul tiap BAB menggunakan UPPERCASE dan **bold**.
7. Judul sub-bab menggunakan huruf kapital di setiap awal kata, kecuali kata depan dan konjungsi.
8. Judul sub-bab dituliskan secara rapi dan sejajar satu sama lain.
9. Poin-poin pada sub-bab disesuaikan dengan isi proposal atau laporan materi praktikum.

DAFTAR TABEL DAN GAMBAR

1. Penulisan judul “**DAFTAR GAMBAR**” atau “**DAFTAR TABEL**” Center, **Bold**, UPPERCASE, Size 12.
2. Jarak antara Judul dengan Isi adalah 1,5 dengan tambahan enter (Space After Before Paragraph 0) sesuai dengan contoh.

3. Isi dari Daftar Gambar dan Tabel adalah keterangan gambar dan tabel yang ada di setiap bab.
4. Format keterangan gambar dan tabel adalah Justify, 1,5 (Space After Before Paragraph 0) dan penulisan TNR 12 pt, kapital pada awal kalimat.
5. Nomor halaman harus sesuai dengan letak gambar dan tabel

DAFTAR LAMPIRAN

1. Penulisan judul “**DAFTAR LAMPIRAN**” Center, **Bold**, UPPERCASE, Size 12.
2. Jarak antara Judul dengan Isi lampiran adalah 1,5 dengan tambahan enter (Space After Before Paragraph 0) sesuai dengan contoh.
3. Format isi Justify, Space 1,5 (Space After Before Paragraph 0)
4. Penulisan Isi Lampiran yaitu TNR 12 pt, UPPERCASE, tidak bold.
5. Penulisan halaman urut dari laporan sementara, LPR, lembar perhitungan, referensi, dan lembar asistensi (**A-1, B-1, C-1, D-1...dst**)

BAB IV

1. Penulisan BAB

- Penulisan judul bab dibuat Center, **Bold**, UPPERCASE, dengan font TNR size 12 pt.
- Jarak antara judul dan isi adalah 1,5 dengan tambahan enter (Space After Paragraph 0)

2. Penulisan subbab:

4.1 Subbab Derajat Kesatu Butir Pertama

4.1.1 Subbab Derajat Kedua Butir Pertama

4.1.2 Subab Derajat Kedua Butir Kedua

4.1.1.1 Subbab Derajat Ketiga Butir Pertama

4.2 Subbab Derajat Kesatu Butir Kedua

dan seterusnya.

- Penulisan judul subbab menggunakan huruf besar di awal kata (title case) kecuali kata sambung, **Bold**, TNR 12 pt.
- Tingkatan subbab maksimal 3.
- Setiap subbab terdiri dari beberapa paragraf dan tabel/gambar yang berisi hasil data praktikum dan pembahasan dengan ketentuan urutan isi sebagai berikut:
 - *Paragraf 1:* berisi kalimat pembuka sebelum melampirkan hasil dan pembahasan dari praktikum yang dilakukan..
 - *Lampiran tabel atau grafik data hasil praktikum*
 - *Paragraf 2:* berisi penjelasan deskriptif dari tabel atau grafik data hasil dari praktikum.
 - *Paragraf 3:* berisi teori-teori yang mendukung dan menjelaskan fenomena yang terjadi.
 - *Paragraf 4:* berisi kesimpulan dari subbab.

3. Penulisan Tabel dan Gambar

Yang tergolong gambar adalah gambar, grafik, dan diagram. Ketentuan pembuatan tabel dan gambar adalah sebagai berikut:

- Gambar, grafik, dan diagram diberi nama.
- Penulisan nama tabel, gambar, dan lainnya menggunakan huruf besar di awal kata (title case) kecuali kata sambung.
- Tabel dan gambar ditempatkan di antara bagian teks yang paling banyak membahasnya atau setelah paragraf pembuka (paragraf 1) pada setiap sub judul.
- Tabel dan gambar selalu simetris di tengah (center) terhadap halaman.
- Besar huruf dalam Tabel dan Gambar berukuran 12 pt.
- Nama kolom (heading) pada tabel harus selalu ada, terutama tabel yang menyambung pada halaman selanjutnya.
- Angka/numerik dalam tabel diketik center.
- Garis pembatas tabel hanya diberikan pada garis horizontal bagian atas dan bawah baris heading dan juga bagian bawah baris terakhir tabel.

- Penulisan judul tabel dan gambar:
 - Tabel: judul ditulis simetris di tengah (center) berjarak 1,5 spasi terhadap tabel yang bersangkutan. Judul tabel ditulis langsung mengikuti nomor tabelnya.
 - Gambar: judul ditulis di bawah gambar berjarak 1,5 spasi, simetris (center) terhadap gambar yang bersangkutan. Judul gambar ditulis langsung mengikuti nomor gambarnya.
 - Nomor terdiri dari 2 bagian, bagian pertama menunjukkan bab sedangkan bagian kedua menunjukkan nomor tabel/gambar. (Tabel 2.1, Tabel 3.2, Tabel 3.3, dsb). Contoh : "Tabel 2.1 Hubungan arus dan tegangan".
- Penulisan sumber tabel dan gambar:
 - Tabel: sumber ditulis di bagian bawah tabel berjarak 1,5 spasi dari tabel, huruf tegak tipe *Times New Roman* 12 pt, rata kanan.
 - Gambar: harus ditulis di bagian bawah judul gambar berjarak 1,5 spasi dari judul gambar, huruf tegak tipe *Times New Roman* 10 pt, rata tengah.
- Peletakan tabel atau gambar, berjarak 1,5 spasi setelah teks. Penulisan teks setelah tabel atau gambar dilanjutkan dengan jarak 1,5 spasi dari baris terakhir judul gambar.
- Apabila judul gambar atau tabel melebihi satu baris, penulisannya simetris di tengah (center) dan diketik dengan satu spasi.

4. Penulisan Rumus

Persamaan matematika ditulis dengan font Cambria Math size 12 pt tabulasi center dan harus mempunyai nomor yang diletakkan di sebelahnya dan rata kanan terhadap batas kanan pengetikan. Tidak boleh berbentuk gambar yang di screenshot.

Contoh:

$$\frac{k_{Ga} dp^2}{D_A} = 4,0777 \times \left(\frac{\rho_{CO_2} \cdot Q_{CO_2}}{\mu_{CO_2}^a} \right)^{1,4003} \times \left(\frac{\mu_{CO_2}}{\rho_{CO_2} D_A} \right)^{1/3} \quad (4.1)$$

Keterangan: 4 artinya persamaan itu ditulis pada bab 4, sedangkan 1 artinya persamaan itu adalah persamaan matematika pertama yang ditulis pada bab tersebut.

BAB V

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan terdiri dari poin-poin kalimat yang merangkum hasil yang didapatkan dari keberjalanan praktikum. Jumlah kesimpulan disesuaikan dengan banyaknya subbab pada bab 4.

5.2 Saran

Saran berbentuk poin-poin kalimat. Minimal terdapat 3 buah saran teknis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Daftar pustaka mengacu pada **APA STYLE 7th Edition**
2. Penulisan nama penulis:
 - Perry
 - Levenspiel, O.
3. Penulisan baris kedua dan seterusnya menjorok ke dalam (*hanging indent*) dengan jarak 1 cm
4. Menggunakan *spacing* 1,5 dan *before* 0 *after* 0.
5. Rata kanan kiri (*justify*)

Contoh Format Penulisan Daftar Pustaka:

- **Buku, satu penulis, edisi ke-3**

Nama terakhir, inisial. (tahun publikasi). *Judul buku* (Edisi ed.). Penerbit.
Levenspiel, O. (1997). *Chemical Reaction Engineering*. (3rd ed.). Wiley.

- **Buku, dua penulis, edisi revisi**

Nama terakhir, inisial., & Nama terakhir, inisial. (tahun). *Judul buku* (Edisi ed.). Penerbit.

Davis, M. E., & Davis, R. J. (2002). *Fundamentals of Chemical Reaction Engineering* (Rev. ed.). McGraw-Hill

- **Buku, tiga penulis atau lebih, tanpa edisi**

Bird, B. R., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N. (2006). *Transport Phenomena*. Wiley.

- **Buku, organisasi, tanpa edisi**

Organisasi. (tahun). *Judul buku*. Penerbit.

Coronavirus Organization. (2021). *Coronavirus*. Pearson.

- **Journal article, DOI**

Nama terakhir, inisial. (tahun). Judul artikel. *Judul Jurnal, Volume(Issue)*, Halaman. <https://doi.org/DOI>

Saksono, N., Kartohardjono, S., & Yuniawati, T. (2016). High Performance Plasma Electrolysis Reactor for Hydrogen Generation using a NaOH-Methanol Solution. *International Journal Of Technology*, 7(8), 1422-1430. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v7i8.6901>

Andreff, W., & Staudohar, P. D. (2000). The Evolving European Model of Professional Sports Finance. *Journal of Sports Economics*, 1(3), 257-276. <https://doi.org/10.1177/152700250000100304>

- **Journal article, URL**

Andreff, W., Staudohar, P. D., & Streefkerk, R. (2000). The Evolving European Model of Professional Sports Finance. *Journal of Sports Economics*, 1(3), 257-276. <https://www.journal-of-sports-economics.com/european-model-finance>

- **Website, tanggal lengkap**

Nama terakhir, inisial. (tahun, bulan hari publikasi). *Judul karya*. Website. <https://URL>

Nathan, M. (2021, Februari 28). *Hydrodynamic Reactors*. *Reactors Zone*. <https://www.reactorszone.com/types/hydrodynamic-reactors/>

- **Website, penulis tidak diketahui, hanya tahun**

Judul. (tahun). Website. <https://URL>

Hydrodynamic Reactors. (2021). Reactors Zone.
<https://www.reactorszone.com/types/hydrodynamic-reactors/>

- **Website, tanpa tanggal**

Nama terakhir, inisial. (n.d.). *Judul*. Website. Diakses pada Bulan, Tanggal, Tahun, dari <https://URL>

Nathan, M., & Drake, K. (n.d.). *Hydrodynamic Reactors*. Reactors Zone. Diakses pada Maret 1, 2021, dari <https://www.reactorszone.com/types/hydrodynamic-reactors/>

- **Bab dalam sebuah buku**

Nama terakhir penulis bab, inisial. (tahun). *Judul*. Dalam Editor {inisial dan nama belakang} (Ed. Atau Eds.), *Judul buku* (Edisi., pp. Halaman). Penerbit.

John, B., & Benzema, K. (2014). *History of Alchemy*. Dalam A. B. Charice & K. L. Michael (Eds.), *Alchemy: An Introduction* (6th ed., pp. 50-60). Elsevier.

- **Jurnal, lebih dari 20 penulis**

Setelah nama ke-19 beri titik tiga “. . . “ lalu disambung dengan nama terakhir.

Andrew, A., Ben, B., Cynthia, C., Dan, D., Emily, E., Falcon, G. H., Genji, A., Jr., Hitamura, H., Isyana, S., Joe, J., Kamala, H., Litha, M. N., Methy, M., Nathania, N., Omagat, O., Pale, P., Queen, W., Raynald, R., Shane, S., . . . de la Zumba, A. B. C. (2020). Thermodynamics in Food Industry. *Journal of Thermodynamics*, 2(2), 222-244. <https://doi.org/10.0000/334789537>

REFERENSI

1. Referensi yang tertera harusurut sesuai urutan bab dalam laporan
2. Yang harus **dilampirkan** sekaligus di-**highlight** pada jurnal adalah sebagai berikut:
 - Judul jurnal
 - Nama penulis

- Pembahasan yang dipakai
- 3. Lampiran tidak memakai nomor halaman.
- 4. Lampiran yang dilampirkan harus **High Definition** dan **harus dapat terbaca**.
- 5. Hasil screenshot langsung dari jurnal terlampir, tidak boleh hasil screenshot dari laporan lain.
- 6. Satu halaman hanya boleh menampung 1 foto screenshot.
- 7. Lembar tambahan (optional).

LEMBAR ASISTENSI

1. Lembar asistensi ditulis dengan format TNR size 12pt *Center* (khusus pada kolom keterangan menggunakan format *Justify*), *line spacing* 1,5; *space before 0 after 0*.
2. Penulisan tanggal menggunakan format DD/MM/YYYY.
3. Lembar asistensi diisi oleh dosen pengampu materi dan/atau praktikan mengikuti perbaikan dari dosen pengampu materi masing-masing.
4. Apabila tidak ada perbaikan dari dosen, maka lembar asistensi diisi dengan tanggal pengumpulan pertama ke dosen dan tanggal ACC oleh dosen.



PROPOSAL PRAKTIKUM PRAKTIKUM PROSES KIMIA

Materi :

REAKTOR IDEAL ALIRAN KONTINYU

Disusun Oleh :

MHD. SHAUMI AL ANSHAR

Kelompok/Hari : 2/SENIN
Rekan Kerja : 1. AMMARA AQILLA
2. NARINDRA PUTRI
3. MICHELLE ANGELINA

**LABORATORIUM PROSES KIMIA
TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**



LAPORAN PRAKTIKUM PRAKTIKUM PROSES KIMIA

Materi :

REAKTOR IDEAL ALIRAN KONTINYU

Disusun Oleh :

MHD. SHAUMI AL ANSHAR

Kelompok/Hari : 2/SENIN
Rekan Kerja : 1. AMMARA AQILLA
2. NARINDRA PUTRI
3. MICHELLE ANGELINA

**LABORATORIUM PROSES KIMIA
TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PRAKTIKUM
LABORATORIUM PROSES KIMIA
UNIVERSITAS DIPONEGORO

Laporan praktikum yang berjudul (**materi praktikum**) yang disusun oleh :

Kelompok/Hari : /

Anggota : 1. Nama NIM.

Telah disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Dosen Pengampu

Semarang, 2021

Asisten Pengampu

Dosen Pengampu

NIP.

Nama Asisten

NIM.

1,5+enter | **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Kebutuhan titran pada konsentrasi NaOH 0,2 N.....	1
Tabel 4.2 Kebutuhan titran pada konsentrasi NaOH 0,3 N.....	2

DAFTAR GAMBAR

1,5+enter

Gambar 4.1	Mekanisme absorpsi gas CO_2 dalam larutan NaOH	12
Gambar 4.2	Grafik hubungan tetapan perpindahan massa terhadap konsentrasi NaOH	13



LAPORAN SEMENTARA **PRAKTIKUM PROSES KIMIA**

TNR 18

Materi :

Hidrodinamika Reaktor

TNR 12 Caps

Kelompok :

2/Senin

Nama Anggota : Mhd. Shaumi Al Anshar

Ammara Aqilla

Narindra Putri

Michelle Angelina

LABORATORIUM PROSES KIMIA
TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

TNR 14 Bold caps

HASIL PERCOBAAN

TNR 12 Bold caps

Praktikan

Semarang, 22 September 2021
Mengetahui,
Asisten

TTD

Vincent
21030110000000

TTD

Narindra Putri
21030110000000

TTD

Michelle
21030110000000

TTD

Tiara Nadya
21030110000000

HASIL PERCOBAAN

TNR 12 Bold caps

Praktikan

Semarang. 30 Oktober 2021
Mengetahui,
Asisten

TTD

Ammara Aqilla
21030110000000

TTD

Fidelia
21030110000000

TTD

Shaumi Al Anshar
21030110000000

TTD

Vincent
21030110000000

TTD

Narindra Putri
21030110000000

REFERENSI

Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 121 (2010) 496–504



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jsbmb



Review

Gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) remains a pre-eminent discovery tool in clinical steroid investigations even in the era of fast liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC/MS/MS)[☆]

Nils Krone*, Beverly A. Hughes, Gareth G. Lavery, Paul M. Stewart, Wiebke Arlt, Cedric H.L. Shackleton

Centre for Endocrinology, Diabetes and Metabolism, School for Clinical and Experimental Medicine, University of Birmingham, United Kingdom

ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 October 2009
Received in revised form 14 April 2010
Accepted 15 April 2010

Keywords:

Gas chromatography/mass spectrometry
GC/MS
Tandem mass spectrometry
P450 oxidoreductase deficiency
ORD
Apparent cortisone reductase deficiency
ACRD

ABSTRACT

Liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC/MS/MS) is replacing classical methods for steroid hormone analysis. It requires small sample volumes and has given rise to improved specificity and short analysis times. Its growth has been fueled by criticism of the validity of steroid analysis by older techniques, testosterone measurements being a prime example. While this approach is the gold-standard for measurement of individual steroids, and panels of such compounds, LC/MS/MS is of limited use in defining novel metabolites. GC/MS, in contrast, is unsuited to rapid high-sensitivity analysis of specific compounds, but remains the most powerful discovery tool for defining steroid disorder metabolites. Since the 1930s almost all inborn errors in steroidogenesis have been first defined through their urinary steroid excretion. In the last 30 years, this has been exclusively carried out by GC/MS and has defined conditions such as AME syndrome, glucocorticoid remediable aldosteronism (GRA) and Smith–Lemli–Opitz syndrome. Our recent foci have been on P450 oxidoreductase deficiency (ORD) and apparent cortisone reductase deficiency (ACRD).

In contrast to LC/MS/MS methodology, a particular benefit of GC/MS is its non-selective nature; a scanned run will contain every steroid excreted, providing an integrated picture of an individual's metabolome. The "Achilles heel" of clinical GC/MS profiling may be data presentation. There is lack of familiarity with the multiple hormone metabolites excreted and diagnostic data are difficult for endocrinologists to comprehend. While several conditions are defined by the absolute concentration of steroid metabolites, many are readily diagnosed by ratios between steroid metabolites (precursor metabolite/product metabolite). Our work has led us to develop a simplified graphical representation of quantitative urinary steroid hormone profiles and diagnostic ratios.

© 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Contents

1. Introduction.....	497
2. Methodology utilized.....	499
3. Comparison of GC/MS and LC/MS/MS for steroid analysis.....	499
4. Specific advantages of GC/MS urine profiling in pediatrics.....	500
4.1. GC/MS as a discovery tool for novel metabolites and creating novel hypotheses.....	500
4.1.1. The example of P450 oxidoreductase deficiency.....	500
4.1.2. The role of GC/MS in uncovering the cause of genital ambiguity in ORD.....	500
4.2. The example of apparent cortisone reductase deficiency (hexose-6-phosphate dehydrogenase deficiency).....	502
5. Improving the presentation of GC/MS data.....	502
5.1. Quantitative data.....	503
5.2. Diagnostic ratios.....	503

[☆] Article from special issue on "Steroid profiling and analytics: going towards Sterome".

* Corresponding author at: Wellcome Trust Clinician Scientist, Honorary Consultant in Paediatric Endocrinology, Centre for Endocrinology, Diabetes and Metabolism, School for Clinical and Experimental Medicine, University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B15 2TT, United Kingdom. Tel.: +44 0121 414 2560; fax: +44 0121 415 8712.

E-mail address: n.p.krone@bham.ac.uk (N. Krone).

0960-0760/\$ – see front matter © 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.

doi:10.1016/j.jsbmb.2010.04.010