

PORTOFOLIO PEMBELAJARAN
MATA KULIAH: KIMIA ORGANIK FISIK



Oleh Tim Pengampu
Prof. Dr. Edi Suryanto, MSi.
Prof. Dr. Dewa Gede Katja, MSi.
Dr. Ir. John Max Travolta Runtuwene, MSi.

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SAM RATULANGI
MANADO

HALAMAN PENGESAHAN

| | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| Nama Mata Kuliah | : | Kimia Organik Fisik |
| Kode | : | Kim 3331 |
| Sks | : | 2 |
| Nama Fakultas | : | Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam |
| Nama Jurusan | : | Kimia |
| Nama Program Studi | : | Kimia |

Koordinator KBI,

Koordinator Mata Kuliah,

Prof. Dr. Edi Suryanto, MSi
NIP. 196407241996031001

Prof. Dr. Edi Suryanto, MSi
NIP. 196407241996031001

Ketua Jurusan,

Koordinator Program Studi,

Prof. Dr. Henry F. Aritonang, SSi., MSi
NIP. 197112072000031001

Prof. Dr. Henry F. Aritonang, SSi., MSi
NIP. 197112072000031001

IDENTITAS MATA KULIAH

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Nama Mata Kuliah | : | Kimia Organik Fisik |
| Kode Mata Kuliah | : | Kim 3331 |
| Sks | : | 2 |
| Semester | : | 5 |
| Deskripsi Mata Kuliah | : | Mata kuliah ini membahas tentang konsep-konsep dasar kimia organik fisik dalam menganalisis teori orbital molekular sederhana dan tingkat tinggi serta mekanik molekular, mengkaji jalur reaksi, pengaruh pelarut, radikal bebas, fotokimia organik, reaksi asam basa dan kinetika dan termokimia, serta gaya fisik dalam bentuk ikatan antara atom dan perubahan ikatan dalam tipe reaksi kimia organik |
| Status Mata Kuliah | : | Wajib |
| Dosen Pengampu | : | Prof. Dr. Edi Suryanto, MSi. Prof. Dr. Dewa Gede katja, MSi. Dr. Ir. John Max Travolta Runtuwene, MSi. |

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) PROGRAM STUDI

Tabel 1. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi

| | | |
|-------|---|--|
| CPL 1 | : | Menguasai konsep teoritis struktur, sifat dan perubahan baik pada energi maupun kinetika |
| CPL 2 | : | Menguasai konsep teoritis identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya |

B. CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL) YANG DIBEBANKAN KEPADA MATA KULIAH

Tabel 2. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi

| | | |
|-------|---|---|
| CPL 1 | : | Mampu menggunakan konsep-konsep teoritis struktur, sifat dan perubahan baik pada energi maupun kinetika |
| CPL 2 | : | Mampu menggunakan konsep-konsep teoritis identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya |

C. CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (CPMK) DAN SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (SUB-CPMK)

Tabel 3. Rumusan CPMK dan Sub-CPMK

| | | |
|------------|---|--|
| CPMK | : | Mampu menggunakan konsep-konsep teoritis struktur, sifat dan perubahan baik pada energi maupun kinetika identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya |
| Sub-CPMK 1 | : | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik melalui hubungan struktur kimia organik dengan reaktivitas dan persamaan Hammett |
| Sub-CPMK 2 | : | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik pengaruh pelarut dengan pengukuran termodinamika |
| Sub-CPMK 3 | : | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi radikal bebas |
| Sub-CPMK 4 | : | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi fotokimia organik |
| Sub-CPMK 5 | : | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil |
| Sub-CPMK 6 | : | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui kinetika dan termodinamika |

D. KETERKAITAN ANTARA CPL DAN SUB-CPMK

Tabel 4. Korelasi CPL terhadap Sub-CPMK (%):

| Sub-CPMK | CPL 1 | Total |
|---|-------|-------|
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik | 10 | 10 |

| | | |
|---|----|------------|
| melalui hubungan struktur kimia organik dengan reaktivitas dan persamaan Hammett | | |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik pengaruh pelarut dengan pengukuran termodinamika | 10 | 10 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi radikal bebas | 10 | 10 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi fotokimia organik | 20 | 20 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil | 25 | 25 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui kinetika dan termodinamika | 25 | 25 |
| Jumlah | | 100 |

E. BENTUK PEMBELAJARAN

Bentuk-bentuk pembelajaran yang dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Bentuk Pembelajaran

| | | |
|-----------|---|--------|
| Kuliah | : | Kuliah |
| Praktikum | : | - |
| Proyek | : | - |

F. METODE PEMBELAJARAN

Metode pembelajaran yang dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Bentuk Pembelajaran

| | | |
|------------------------------|---|------------------|
| Diskusi kelompok | : | Diskusi kelompok |
| Studi kasus | : | Studi kasus |
| Pembelajaran berbasis proyek | : | - |


G. TEKNIK ASESMEN

Teknik asesmen dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Teknik Asesmen

| Jenis Pengukuran | Metode Pengukuran | Alat Ukur |
|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Tes | UTS | Tes tertulis bentuk esai, jawaban |
| | UAS | Tes tertulis bentuk, jawaban |
| Non-Tes | Tugas | Rubrik |
| | Aktivitas (Studi Kasus, Proyek) | Rubrik |

H. RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS) MATA KULIAH

|  | | UNIVERSITAS SAM RATULANGI FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN/PROGRAM STUDI BIOLOGI | | |
|---|---|---|----------|---|
| | | RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS) | | |
| Nama Mata Kuliah | Kode Mata Kuliah | Bobot (sks) | Semester | Tanggal Penyusunan |
| KIMIA ORGANIK FISIK | | | | |
| Otorisasi | Nama Koordinator Pengembang RPS | Koordinator Bidang Keahlian (Jika Ada) | | Korprodi |
| | Prof. Dr. Edi Suryanto, MSi | Prof. Dr. Edi Suryanto, MSi. | | Prof. Dr. Henry F. Aritonang, SSi., M.Si. |
| Capaian Pembelajaran (CP) | CPL-PRODI (Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi) Yang Dibebankan Pada Mata Kuliah | | | |
| | | Menguasai konsep teoritis konsep teoritis struktur, sifat dan perubahan baik pada energi maupun kinetika identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya | | |
| | CPMK (Capaian Pembelajaran Mata Kuliah) | | | |
| | | Mampu menggunakan konsep-konsep teoritis struktur, sifat dan perubahan baik pada energi maupun kinetika identifikasi, pemisahan, karakterisasi, transformasi, sintesis bahan kimia mikromolekul dan terapannya | | |
| | SUB-CPMK | | | |
| | 1. | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik melalui hubungan struktur kimia organik dengan reaktivitas dan persamaan Hammett | | |
| | 2. | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik pengaruh pelarut dengan pengukuran termodinamika | | |
| | 3. | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi radikal bebas | | |
| 4. | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi fotokimia organik | | | |
| 5. | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil | | | |
| 6. | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui kinetika dan termodinamika | | | |

| | | Korelasi CPL terhadap Sub-CPMK (%): | | |
|-------------------------------|--|--|-------|-------------------|
| | | Sub-CPMK | CPL 1 | Bobot Keterkaitan |
| | | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik melalui hubungan struktur kimia organik dengan reaktivitas dan persamaan Hammett | 10 | 10 |
| | | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik pengaruh pelarut dengan pengukuran termodinamika | 10 | 10 |
| | | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi radikal bebas | 10 | 10 |
| | | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi fotokimia organik | 20 | 20 |
| | | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil | 25 | 25 |
| | | Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui kinetika dan termodinamika | 25 | 25 |
| | | Jumlah | | 100 |
| Deskripsi Singkat Mata Kuliah | Mata kuliah ini membahas tentang 8eliab-konsep dasar kimia 8eliabl fisik dalam menganalisis teori orbital molekular sederhana dan tingkat tinggi serta mekanik molekular, mengkaji jalur reaksi, hubungan struktur dengan aktivitas, pengaruh pelarut, radikal bebas, fotokimia organik, reaksi asam basa dan kinetika dan termokimia, serta gaya fisik dalam bentuk ikatan antara atom dan perubahan ikatan dalam tipe reaksi kimia organik | | | |
| | 1. | Hubungan struktur dengan aktivitas | | |

| | | |
|----------------------------------|---------------------------------|--|
| Bahan Kajian/Materi Pembelajaran | 2. | Pengaruh pelarut |
| | 3. | Radikal bebas |
| | 4. | Fotokimia Organik |
| | 5. | Reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil |
| | 6. | Kinetika dan termodinamika |
| Daftar Referensi | Utama | |
| | 1. | Isaacs, N.S. 1987. <i>Physical Organic Chemistry</i> . Longman Scientific & Technical, Longman Group UK Ltd., England |
| | 2. | Sykes, P. 1985. <i>A guide Book to Mechanism in Organics Chemistry</i> , Longman Scientific & Technical, John Wiley & Sons, New York. |
| | Pendukung | |
| | 1. | Pine, S.H, J.B. Hendrickson, D.J. Cram dan G.S. Hammond. 1980. <i>Organic Chemistry</i> . McGraw-Hill Inc., New York. |
| | 2. | DeRosa, M.C dan R.J. Crutchley, 2002. Photosensitized Singlet Oxygen and its Applications. <i>Coordination Chemistry Reviews</i> . 234: 351-371. |
| Nama Dosen Pengampu | Prof. Dr. Edi Suryanto, M.Si | |
| | Prof. Dr. Dewa G. Katja, M.Si. | |
| | Dr. Ir. Max John Runtuwene, Msi | |
| Mata Kuliah Prasyarat (jika ada) | - | |

| Minggu ke- | Sub-CPMK (kemampuan Akhir yang Direncanakan) | Bahan Kajian (Materi Pembelajaran) | Bentuk dan Metode Pembelajaran [Media & Sumber Belajar] | Estimasi Waktu | Tugas Mahasiswa | Penilaian | | |
|------------|--|------------------------------------|---|----------------|---------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| | | | | | | Kriteria & Bentuk | Indikator | Bobot (%) |
| 1 | | Pengantar perkuliahan | Bentuk: Penyampaian dan diskusi | | Mahasiswa mengikuti penyampaian | | | 0 |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|-----------------------|---|---|---|----|
| | | | Aktivitas di kelas: Metode: Diskusi kelas; Media: LCD | TM: 2x50' | dosen dan mengikuti diskusi kelas | | | |
| | | | Aktivitas di luar kelas: menelusuri 10eliable1010 menyangkut pengantar tentang kimia organic fisik | PT:2x2x50'; BM: 2x60' | | | | |
| 2-3 | Menjelaskan hubungan struktur dengan reaktivitas | Persamaan Hammett dan hubungan energi bebas linier (LFER) | Bentuk: Kuliah dan diskusi | | <ul style="list-style-type: none"> •Mahasiswa mendiskusikan penggunaan persamaan Hammett untuk menghitung harga ρ, m dan p | Luaran: <ul style="list-style-type: none"> •ringkasan diskusi Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> •keaktifan dalam diskusi •kualitas ringkasan diskusi Bentuk: <ul style="list-style-type: none"> •non-tes | Keaktifan diskusi: <ul style="list-style-type: none"> •keaktifan berdiskusi Kualitas ringkasan diskusi: <ul style="list-style-type: none"> •kelengkapan 10eliable •ketepatan 10eliable •kreativitas | 10 |
| | | Aktivitas di kelas: <ul style="list-style-type: none"> •Metode: Diskusi kelas •Media: proyektor LCD | TM: 2x2x50' | | | | | |
| | | Aktivitas di luar kelas: menyusun ringkasan hasil diskusi | PT:2x2x50'; BM: 2x2x60' | | | | | |
| 4-5 | Menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik pengaruh pelarut dengan pengukuran | Struktur cairan dan pengukuran termodinamik solvasi | Bentuk: Kuliah | | <ul style="list-style-type: none"> •Mahasiswa mendiskusikan efek pelarut terhadap struktur | Luaran: <ul style="list-style-type: none"> •ringkasan diskusi Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> •keaktifan dalam diskusi | Keaktifan diskusi: <ul style="list-style-type: none"> •keaktifan berdiskusi Kualitas ringkasan diskusi: | 10 |
| | | Aktivitas di kelas: <ul style="list-style-type: none"> •Metode: Diskusi kelas •Media: LCD | TM: 2x2x50' | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------|---|--------------------------------|---|-----------------------------|--|---|--|----|
| | termodinamik a | | Aktivitas di luar kelas: menyusun ringkasan hasil diskusi | PT: 2x2x50'; BM: 2x2x50' | | • kualitas ringkasan diskusi Bentuk: • non-tes | • kelengkapan 11eliab • ketepatan 11eliab • kreativitas | |
| 6-9 | Menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi radikal bebas | Mekanisme reaksi radikal bebas | Bentuk: Kuliah | | • Mahasiswa mendiskusikan mekanisme reaksi radikal bebas | Luaran: • ringkasan diskusi Kriteria: • keaktifan dalam diskusi • kualitas ringkasan diskusi Bentuk • non-tes | Keaktifan diskusi: • keaktifan berdiskusi Kualitas ringkasan diskusi: • kelengkapan 11eliab • ketepatan 11eliab • kreativitas | 10 |
| | | | Aktivitas di kelas: • Metode: Diskusi kelas • Media: LCD | TM: 2x4x50' | | | | |
| | | | Aktivitas di luar kelas: menyusun ringkasan hasil diskusi | PT: 2x4x50'; BM: 2x4x60' | | | | |
| 10-11 | Menjelaskan prinsip-prinsip dasar fotokimia dalam kimia organik | Fotokimia dan fotosensitiser | Bentuk: Kuliah | | • Mahasiswa mendiskusikan fotokimia dan fotosensitiser | Luaran: • ringkasan diskusi Kriteria: • keaktifan dalam diskusi • kualitas ringkasan diskusi Bentuk • non-tes | Keaktifan diskusi: • keaktifan berdiskusi Kualitas ringkasan diskusi: • kelengkapan 11eliab • ketepatan 11eliab • kreativitas | 20 |
| | | | Aktivitas di kelas: • Metode: Diskusi kelas • Media: LCD | TM: 2x2x50' | | | | |
| | | | Aktivitas di luar kelas: menyusun ringkasan hasil diskusi | PT:2x2x50'; BM: 2x2x60' | | | | |
| 12-13 | Menjelaskan prinsip-prinsip | | Bentuk: Kuliah | | | Luaran: | Keaktifan diskusi: | 25 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|--|----------------------------|---|---|--|----|
| | dasar reaksi kimia melalui reaksi asam dan basa | Kekuatan asam oksigen dan nitrogen | Aktivitas di kelas: • Metode: Diskusi kelas • Media: proyektor LCD | TM: 2x2x50' | • Mahasiswa mendiskusikan tentang 12eliab asam dan basa | • ringkasan diskusi Kriteria: • keaktifan dalam diskusi • kualitas ringkasan diskusi Bentuk • non-tes | • keaktifan berdiskusi Kualitas ringkasan diskusi: • kelengkapan 12eliab • ketepatan 12eliab • kreativitas | |
| | | | Aktivitas di luar kelas: menyusun ringkasan hasil diskusi | PT:2x3x50'; BM: 2x3x60' | | | | |
| 14-16 | Menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia melalui kinetika dan termodinamika | Prinsip-prinsip dasar kinetika dan 12elia termodinamika | Bentuk: Kuliah | | • Mahasiswa mendiskusikan tentang teori orde reaksi kinetika dan 12elia termodinamika | Luaran: • ringkasan diskusi Kriteria: • keaktifan dalam diskusi • kualitas ringkasan diskusi Bentuk • non-tes | Keaktifan diskusi: • keaktifan berdiskusi Kualitas ringkasan diskusi: • kelengkapan 12eliab • ketepatan 12eliab • kreativitas | 25 |
| | | | Aktivitas di kelas: • Metode: Diskusi kelas • Media: proyektor LCD | TM: 2x3x50' | | | | |
| | | | Aktivitas di luar kelas: menyusun ringkasan hasil diskusi | PT:2x3x50'; BM: 2x60' | | | | |
| Ujian Akhir Semester (UAS) | | | | | | | | |

Catatan:

TM=tatap muka, PT=penugasan terstruktur, BM=belajar mandiri

I. PENJADWALAN MATA KULIAH

Tabel 8. Jadwal Pelaksanaan Pembelajaran

| Pert. | Tanggal | Waktu | Ruang | Bahan Kajian | Dosen Pengampu |
|-------|-------------------|-------------|------------|--|--------------------|
| 1. | 20 Agustus 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Pengaruh pelarut | Edi Suryanto |
| 2. | 27 Agustus 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Pengaruh pelarut | Edi Suryanto |
| 3. | 3 September 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Pengaruh pelarut | Edi Suryanto |
| 4. | 10 September 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Fotokimia Organik | Edi Suryanto |
| 5. | 17 September 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Fotokimia Organik | Edi Suryanto |
| 6. | 24 September 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Fotokimia Organik | Edi Suryanto |
| 7. | 1 Oktober 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Radikal bebas | Dewa Gede Katja |
| 8. | 8 Oktober 2024 | | | Radikal bebas | Dewa Gede Katja |
| 9. | 16 Oktober 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Kinetika dan termodinamika | Dewa Gede Katja |
| 10. | 22 Oktober 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Kinetika dan termodinamika | Dewa Gede Katja |
| 11. | 29 Oktober 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Kinetika dan termodinamika | Dewa Gede Katja |
| 12. | 5 November 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Hubungan struktur dengan aktivitas | Max J.R. Runtuwene |
| 13. | 12 November 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Hubungan struktur dengan aktivitas | Max J.R. Runtuwene |
| 14. | 19 November 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil | Max J.R. Runtuwene |
| 15. | 26 November 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil | Max J.R. Runtuwene |
| 16. | 3 Desember 2024 | 08.00-10.30 | RK Kimia 1 | Reaksi asam dan basa, elektrofil dan nukleofil | Max J.R. Runtuwene |

J. PROSEDUR PENGUKURAN CPMK

1. Pengukuran CPMK

Prosedur pengukuran ketercapaian CPL (Capaian Pembelajaran Lulusan) melibatkan beberapa tahapan, dimulai dari penentuan CPL, identifikasi 13eliable13, hingga evaluasi dan analisis hasil. Tujuannya adalah memastikan lulusan telah mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan CPL yang telah ditetapkan.

6. Penetapan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL):

- Program studi (prodi) menetapkan CPL yang ingin dicapai oleh lulusannya.

- CPL harus sesuai dengan standar nasional dan/atau standar yang lebih tinggi (misalnya, standar internasional).
- CPL dapat dibagi menjadi beberapa tingkat, misalnya tingkat pengetahuan, keterampilan, dan sikap.

7. Identifikasi Indikator:

- Untuk setiap CPL, perlu diidentifikasi 14 indikator yang dapat digunakan untuk mengukur ketercapaiannya.
- Indikator harus jelas, terukur, dan dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

8. Perancangan Asesmen:

- Dosen perancangan asesmen (penilaian) yang sesuai dengan 14 indikator dan CPL yang telah diidentifikasi.
- Asesmen dapat berupa tes (misalnya, kuis, UTS, UAS), tugas, proyek, atau observasi.
- Asesmen harus valid dan reliabel, serta dapat memberikan informasi yang akurat tentang ketercapaian CPL.

4. Pelaksanaan Asesmen:

- Dosen melaksanakan asesmen kepada mahasiswa sesuai dengan rencana yang telah disusun.
- Data hasil asesmen dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui ketercapaian CPL.

5. Analisis dan Evaluasi:

- Data hasil asesmen dianalisis untuk menentukan tingkat ketercapaian CPL.
- Evaluasi dilakukan untuk melihat sejauh mana CPL telah dicapai oleh mahasiswa.
- Evaluasi juga dapat digunakan untuk melakukan perbaikan dalam proses pembelajaran.

6. Pelaporan dan Pemetaan:

- Hasil analisis dan evaluasi dilaporkan kepada pihak terkait (misalnya, dosen, prodi, dan pengelola pendidikan).
- Pemetaan ketercapaian CPL dapat dilakukan untuk melihat bagaimana kontribusi setiap mata kuliah terhadap pencapaian CPL.

7. Kaji Ulang dan Peningkatan:

- Kaji ulang ketercapaian CPL dilakukan secara berkala untuk mengevaluasi efektivitas kurikulum dan pembelajaran.
- Hasil kaji ulang digunakan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan dalam proses pembelajaran.

2. Pembahasan Pengukuran Ketercapaian CPL

Tabel 9. Instrumen Asesmen Sub-CPMK

| Sub-CPMK | KOMPONEN DAN BOBOT | | | | | | | TOTAL |
|--|--------------------|-------|------|-----------|-------------|--------|-----|-------|
| | UTS | Tugas | Kuis | Praktikum | Studi Kasus | Proyek | UAS | |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik melalui hubungan struktur kimia organik dengan reaktivitas dan persamaan Hammett | | | 10% | - | - | - | | 10 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia organik fisik pengaruh pelarut dengan pengukuran termodinamika | | 10% | | - | - | - | | 10 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi radikal bebas | 10% | | | - | - | - | | 10 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi fotokimia organik | 20% | | | - | - | - | | 20 |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui reaksi asam dan basa, | | | | - | - | - | 25 | 25 |

| | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|
| elektrofil dan nukleofil | | | | | | | | |
| Mampu menjelaskan prinsip-prinsip dasar reaksi kimia organik fisik melalui kinetika dan termodinamika | | | | - | - | - | 25 | 25 |
| Jumlah | 30% | 10% | 10% | | | | 50% | 100 |

Tabel 10. Ketercapaian CPL Mahasiswa Berdasarkan Capaian Sub-CPMK

| No. | Nama Mahasiswa | CPL 1 | | | | | | Kategori | | Capaian |
|-----|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|----|---------|
| | | Sub-CPMK 1 (10%) | Sub-CPMK 2 (10%) | Sub-CPMK 3 (10%) | Sub-CPMK 4 (20%) | Sub-CPMK 5 (25%) | Sub-CPMK 6 (25%) | | | |
| | | | | | | | | NA | NH | |
| 1. | EVRIANTIA LIMBONG | 69,97 | 70,00 | 82,00 | 75,00 | 73,00 | 74,18 | 73,99 | B | |
| 2. | INKA CRISTIN EPIPHANIA | 71,06 | 77,00 | 77,00 | 72,00 | 75,00 | 77,45 | 75,02 | B | |
| 3. | SIDIQ MAULANA | 78,99 | 77,00 | 80,00 | 78,00 | 78,00 | 79,83 | 78,66 | B+ | |
| 4. | AGNES MARSANDA MAILANGKAY | 76,93 | 75,00 | 80,00 | 78,00 | 74,00 | 80,05 | 77,31 | B+ | |
| 5. | AVRILI GAMELIA ARLEIN WAWORUNDE NG | 69,97 | 80,00 | 80,00 | 77,00 | 75,00 | 78,05 | 76,66 | B+ | |
| 6. | BRYAN VREANRICK REINHART MABUKA | 90,72 | 74,00 | 88,00 | 81,00 | 83,00 | 88,08 | 84,24 | A | |
| 7. | CATHRINE SEPTINE SIDABUTAR | 69,00 | 74,00 | 67,00 | 70,00 | 70,00 | 70,00 | 70,00 | B | |
| 8 | JESIKA DALONTO | 71,06 | 70,00 | 60,00 | 66,00 | 67,00 | 67,85 | 67,02 | C+ | |
| 9 | KEIRA CINTA DINANTI LERAH | 68,87 | 74,00 | 76,00 | 71,00 | 72,00 | 75,48 | 72,96 | B | |

| | | | | | | | | | | |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| 10 | NATALIA FRISCA SUNO | 69,00 | 71,00 | 60,00 | 68,00 | 66,00 | 66,28 | 66,67 | C+ | |
| 11 | NEKESHA GUEDINE LIKLIKWATIL | 73,12 | 78,00 | 88,00 | 80,00 | 78,00 | 81,21 | 79,71 | B+ | |
| 12 | WIDYA TUKANG | 80,74 | 75,00 | 70,00 | 78,00 | 72,00 | 76,29 | 75,25 | B | |
| 13 | YOHANA MARSIRANO PABANGGA | 64,63 | 74,00 | 60,00 | 62,00 | 67,00 | 68,78 | 66,21 | C+ | |
| 14 | ANGGELIKA REGINA MANANGGEL | 92,78 | 82,00 | 92,00 | 89,00 | 88,00 | 89,82 | 88,93 | A | |
| 15 | CHEFIN GEOVANI LAOH | 65,72 | 68,00 | 70,00 | 68,00 | 67,00 | 68,75 | 67,91 | C+ | |
| 16 | FEITRI MARIA TAARAUNGAN | 66,81 | 80,00 | 65,00 | 69,00 | 72,00 | 70,48 | 70,60 | B | |
| 17 | INDRIANI LINCE HARIMU | 74,12 | 77,00 | 80,00 | 76,00 | 78,00 | 76,90 | 77,04 | B+ | |
| 18 | INTAN BATARI SALLATA | 71,06 | 73,00 | 60,00 | 62,00 | 71,00 | 69,85 | 73,99 | B | |
| 19 | LINCE TANDI | 71,06 | 73,00 | 60,00 | 62,00 | 71,00 | 69,85 | 68,02 | C+ | |
| 20 | ENJELIKA MAKAROMASE | 63,53 | 70,00 | 70,00 | 68,00 | 65,00 | 70,55 | 67,84 | C+ | |
| 21 | FELITA TRIZEIN RAPA | 66,81 | 70,00 | 60,00 | 63,00 | 65,00 | 68,29 | 65,60 | C+ | |
| 22 | GABRIELLA PRICILLIA VARENT KARUNDENG | 88,35 | 74,00 | 84,00 | 85,00 | 84,00 | 77,95 | 82,12 | A | |

| | | | | | | | | | | |
|----|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| 23 | KRISTOVEL OTNIEL MARINGKA | 67,91 | 75,00 | 76,00 | 71,00 | 71,00 | 76,50 | 72,97 | B | |
| 24 | REGINA MICHELE SHARON LIHO | 71,06 | 75,00 | 65,00 | 70,00 | 72,00 | 68,98 | 70,35 | B | |
| 25 | RIVALDI TASUMOLANG | 66,81 | 71,00 | 65,00 | 67,00 | 66,00 | 69,68 | 67,60 | C+ | |
| 26 | FEBRIANA PATRICIA SARAH PONGO | 69,00 | 76,00 | 70,00 | 70,00 | 72,00 | 72,67 | 71,67 | B | |
| 27 | AGUNG RAMADHAN SUSILO HADI | 67,91 | 75,00 | 76,00 | 70,00 | 75,00 | 73,30 | 72,97 | B | |
| 28 | FEBRINIA GLORIA WONGKAR | 67,91 | 71,00 | 75,00 | 70,00 | 72,00 | 71,65 | 71,30 | B | |
| 29 | EQUITY ESTEVIN ESTHER PAAT | 66,81 | 71,00 | 77,00 | 70,00 | 73,00 | 71,46 | 71,60 | B | |
| 30 | ISNA YUNITASARI | 73,12 | 76,00 | 71,00 | 69,00 | 78,00 | 72,25 | 73,37 | B | |
| 31 | KEISHA NATALIA KANDOWANG KO | 78,99 | 79,00 | 92,00 | 82,00 | 79,00 | 88,71 | 83,33 | A | |
| 32 | CLEOPATRA DANIELA NELWAN | 71,06 | 73,00 | 87,00 | 76,00 | 79,00 | 75,87 | 77,02 | B+ | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|--|--|
| 33 | REHUELA SHALOMITA ROOROH | 81,39 | 70,00 | 76,00 | 72,00 | 78,00 | 76,65 | 75,80 | B | | |
| 34 | STARY EKKLESIA TENDEAN | 75,18 | 72,00 | 65,00 | 70,00 | 72,00 | 70,06 | 70,73 | B | | |
| | Rata-Rata Kelas | | | | | | | | | | |
| | Nilai Sumbangan | ke CPL 1 = Jml skor x 100/50 | | | | | | | | | |

Catatan : NA = Nilai Akhir
NH = Nilai Huruf

Tabel Rangkuman ketercapaian CPL

| No. | Nama Mahasiswa | CPL 1 | | | | | | Kategori | | Capaian |
|-----|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|----|---------|
| | | Sub-CPMK 1 (10%) | Sub-CPMK 2 (10%) | Sub-CPMK 3 (10%) | Sub-CPMK 4 (20%) | Sub-CPMK 5 (25%) | Sub-CPMK 6 (25%) | NA | NH | |
| | | | | | | | | NA | NH | |
| 1. | EVRIANTANIA LIMBONG | 69,97 | 70,00 | 82,00 | 75,00 | 73,00 | 74,18 | 73,99 | B | |
| 2. | INKA CRISTIN EPIPHANIA | 71,06 | 77,00 | 77,00 | 72,00 | 75,00 | 77,45 | 75,02 | B | |
| 3. | SIDIQ MAULANA | 78,99 | 77,00 | 80,00 | 78,00 | 78,00 | 79,83 | 78,66 | B+ | |
| 4. | AGNES MARSANDA MAILANGKAY | 76,93 | 75,00 | 80,00 | 78,00 | 74,00 | 80,05 | 77,31 | B+ | |
| 5. | AVRILI GAMELIA ARLEIN WAWORUNDE NG | 69,97 | 80,00 | 80,00 | 77,00 | 75,00 | 78,05 | 76,66 | B+ | |
| 6. | BRYAN VREANRICK REINHART MABUKA | 90,72 | 74,00 | 88,00 | 81,00 | 83,00 | 88,08 | 84,24 | A | |
| 7. | CATHRINE SEPTINE SIDABUTAR | 69,00 | 74,00 | 67,00 | 70,00 | 70,00 | 70,00 | 70,00 | B | |
| 8 | JESIKA DALONTO | 71,06 | 70,00 | 60,00 | 66,00 | 67,00 | 67,85 | 67,02 | C+ | |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| 9 | KEIRA CINTA DINANTI LERAH | 68,87 | 74,00 | 76,00 | 71,00 | 72,00 | 75,48 | 72,96 | B | |
| 10 | NATALIA FRISCA SUNO | 69,00 | 71,00 | 60,00 | 68,00 | 66,00 | 66,28 | 66,67 | C+ | |
| 11 | NEKESHA GUEDINE LIKLIKWATIL | 73,12 | 78,00 | 88,00 | 80,00 | 78,00 | 81,21 | 79,71 | B+ | |
| 12 | WIDYA TUKANG | 80,74 | 75,00 | 70,00 | 78,00 | 72,00 | 76,29 | 75,25 | B | |
| 13 | YOHANA MARSIRANO PABANGNGA | 64,63 | 74,00 | 60,00 | 62,00 | 67,00 | 68,78 | 66,21 | C+ | |
| 14 | ANGGELIKA REGINA MANANGGEL | 92,78 | 82,00 | 92,00 | 89,00 | 88,00 | 89,82 | 88,93 | A | |
| 15 | CHEFIN GEOVANI LAOH | 65,72 | 68,00 | 70,00 | 68,00 | 67,00 | 68,75 | 67,91 | C+ | |
| 16 | FEITRI MARIA TAARAUNGAN | 66,81 | 80,00 | 65,00 | 69,00 | 72,00 | 70,48 | 70,60 | B | |
| 17 | INDRIANI LINCE HARIMU | 74,12 | 77,00 | 80,00 | 76,00 | 78,00 | 76,90 | 77,04 | B+ | |
| 18 | INTAN BATARI SALLATA | 71,06 | 73,00 | 60,00 | 62,00 | 71,00 | 69,85 | 73,99 | B | |
| 19 | LINCE TANDI | 71,06 | 73,00 | 60,00 | 62,00 | 71,00 | 69,85 | 68,02 | C+ | |
| 20 | ENJELIKA MAKAROMASE | 63,53 | 70,00 | 70,00 | 68,00 | 65,00 | 70,55 | 67,84 | C+ | |
| 21 | FELITA TRIZEIN RAPA | 66,81 | 70,00 | 60,00 | 63,00 | 65,00 | 68,29 | 65,60 | C+ | |
| 22 | GABRIELLA PRICILLIA | 88,35 | 74,00 | 84,00 | 85,00 | 84,00 | 77,95 | 82,12 | A | |

| | | | | | | | | | | |
|----|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| | VARENT KARUNDENG | | | | | | | | | |
| 23 | KRISTOVEL OTNIEL MARINGKA | 67,91 | 75,00 | 76,00 | 71,00 | 71,00 | 76,50 | 72,97 | B | |
| 24 | REGINA MICHELE SHARON LIHO | 71,06 | 75,00 | 65,00 | 70,00 | 72,00 | 68,98 | 70,35 | B | |
| 25 | RIVALDI TASUMOLANG | 66,81 | 71,00 | 65,00 | 67,00 | 66,00 | 69,68 | 67,60 | C+ | |
| 26 | FEBRIANA PATRICIA SARAH PONGO | 69,00 | 76,00 | 70,00 | 70,00 | 72,00 | 72,67 | 71,67 | B | |
| 27 | AGUNG RAMADHAN SUSILO HADI | 67,91 | 75,00 | 76,00 | 70,00 | 75,00 | 73,30 | 72,97 | B | |
| 28 | FEBRINIA GLORIA WONGKAR | 67,91 | 71,00 | 75,00 | 70,00 | 72,00 | 71,65 | 71,30 | B | |
| 29 | EQUITY ESTEVIN ESTHER PAAT | 66,81 | 71,00 | 77,00 | 70,00 | 73,00 | 71,46 | 71,60 | B | |
| 30 | ISNA YUNITASARI | 73,12 | 76,00 | 71,00 | 69,00 | 78,00 | 72,25 | 73,37 | B | |
| 31 | KEISHA NATALIA KANDOWANG KO | 78,99 | 79,00 | 92,00 | 82,00 | 79,00 | 88,71 | 83,33 | A | |
| 32 | CLEOPATRA DANIELA NELWAN | 71,06 | 73,00 | 87,00 | 76,00 | 79,00 | 75,87 | 77,02 | B+ | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|--|--|
| 33 | REHUELA SHALOMITA ROOROH | 81,39 | 70,00 | 76,00 | 72,00 | 78,00 | 76,65 | 75,80 | B | | |
| 34 | STARY EKKLESIA TENDEAN | 75,18 | 72,00 | 65,00 | 70,00 | 72,00 | 70,06 | 70,73 | B | | |
| | Rata-Rata Kelas | | | | | | | | | | |
| | Nilai Sumbangan | ke CPL 1 = Jml skor x 100/50 | | | | | | | | | |

K. KESIMPULAN

Portofolio mata kuliah Kimia Organik Fisik telah disusun dengan baik dan mencerminkan keselarasan antara capaian pembelajaran lulusan (CPL), capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK), dan sub-CPMK. Materi yang disampaikan meliputi topik-topik esensial seperti teori orbital molekul, mekanika molekular, kinetika dan termodinamika reaksi, serta aspek fotokimia dan radikal bebas dalam reaksi organik. Penyusunan RPS telah mencerminkan integrasi antara aspek pengetahuan, keterampilan umum dan khusus, serta sikap. Proses pembelajaran dilakukan dengan pendekatan interaktif dan berbasis diskusi, didukung dengan evaluasi formatif seperti tugas, kuis, UTS dan UAS yang mencerminkan variasi strategi asesmen. Hasil belajar mahasiswa menunjukkan distribusi nilai yang relatif baik, dengan sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai A dan B, menunjukkan bahwa pembelajaran berlangsung secara efektif.

L. REKOMENDASI PERBAIKAN

Untuk lebih meningkatkan kualitas pembelajaran, disarankan agar penerapan metode pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*) dan studi kasus lebih diintensifkan, agar mahasiswa mampu mengintegrasikan konsep teoritis dengan fenomena kimia yang nyata. Selain itu, perlu ditingkatkan penggunaan media digital dan simulasi interaktif untuk menjelaskan konsep-konsep abstrak seperti orbital molekul dan jalur reaksi. Peningkatan kualitas soal evaluasi juga perlu diperhatikan, dengan penekanan pada soal yang mengukur kemampuan analitis dan sintesis mahasiswa, bukan sekadar hafalan. Monitoring terhadap mahasiswa yang memperoleh nilai rendah juga perlu dilakukan lebih awal, melalui sistem *early warning* akademik dan bimbingan belajar tambahan. Terakhir, umpan balik terhadap tugas dan hasil evaluasi sebaiknya diberikan secara rinci agar mahasiswa dapat memahami kekurangan mereka dan memperbaikinya secara efektif.

LAMPIRAN:

FORMAT RENCANA TUGAS

| | | | |
|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------|
| Nama Mata Kuliah | : Kimia Organik Fisik | Sks | : 2 (2-0) |
| Program Studi | : Kimia | Pertemuan ke | : 1 |
| Fakultas | : MIPA | | |

A. TUJUAN TUGAS:

Menjelaskan konsep dasar pengaruh pelarut → Sub-CPMK

B. URAIAN TUGAS:

1. Obyek Garapan: Konsep dasar pengaruh pelarut → Bahan Kajian
2. Batasan yang harus dikerjakan:
 - a. Pengertian larutan, struktur larutan, solvasi, mengukur termodinamika solvasi, komponen lingkungan hidup;
 - b. Pengertian efek solvasi terhadap laju reaksi dan kesetimbangan solvasi, indeks empiris solvasi, hubungan antara efek skala solvasi empiris, penggunaan skala solvasi pada kajian mekanistik
3. Metode/Cara Pengerjaan (acuan cara pengerjaan):
 - a. **Prakelas (PT)**: Mahasiswa mempelajari materi struktur larutan, solvasi, mengukur termodinamika solvasi, komponen lingkungan hidup pada modul e-learning (Portal Inspire) dan mengerjakan kuis secara online (quizizz.com) dengan link disajikan pada modul e-learning.
 - b. **Kelas (TM)**: Mahasiswa mendiskusikan permasalahan yang sudah disusun dosen dalam kelompok kecil. Permasalahan pada tahap ini ialah:
 - 1) Struktur larutan, solvasi, mengukur termodinamika solvasi, komponen lingkungan hidup;
 - Jelaskan pengertian Pengertian efek solvasi terhadap laju reaksi dan kesetimbangan solvasi, indeks empiris solvasi
 - Hasil diskusi kelompok didiskusikan di kelas
 - Setiap mahasiswa mengunggah ringkasan/rangkuman hasil diskusi ke modul e-learning
 - c) **Pascakelas (BM)**: Mahasiswa secara perorangan menyusun efek solvasi terhadap laju reaksi dan kesetimbangan. Setiap mahasiswa memilih salah satu topik tentang efek solvasi dalam kimia organik.
4. Deskripsi Luaran tugas yang dihasilkan:

Ringkasan/rangkuman hasil diskusi. Ringkasan/rangkuman diunggah pada modul e-learning 3 hari setelah jadwal perkuliahan terakhir.

C. KRITERIA PENILAIAN (7,5%):

- a. Keaktifan dalam diskusi kelompok dan tugas rangkuman (Proses Belajar)
- b. Kualitas ringkasan/rangkuman hasil diskusi (Luaran Hasil Belajar)

RUBRIK PENILAIAN

KRITERIA 1: Keaktifan dalam diskusi (50%)

| DIMENSI | Sangat Memuaskan (≥80) | Memuaskan (65-79) | Batas (55-64) | Kurang Memuaskan (40-54) | Di bawah standard (<40) | SKOR |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Keaktifan mencari literatur | Sangat aktif | Aktif | Cukup aktif | Kurang aktif | Tidak aktif | |
| Keaktifan berdiskusi | Sangat aktif | Aktif | Cukup aktif | Kurang aktif | Tidak aktif | |
| Kualitas rangkuman | Sangat baik | Baik | Cukup baik | Kurang baik | Tidak baik | |
| TOTAL | | | | | | |

KRITERIA 2: Kualitas ringkasan efek pelarut dan solvasi (50%)

| DIMENSI | Sangat Memuaskan (≥80) | Memuaskan (65-79) | Batas (55-64) | Kurang Memuaskan (40-54) | Di bawah standard (<40) | SKOR |
|---------------------------|--|--|--|--|-------------------------------------|-------------|
| Kelengkapan konsep | Sangat lengkap (mampu mengembangkan konsep secara optimal) | Lengkap (melebihi konsep minimal pada modul) | Cukup lengkap (sesuai konsep minimal pada modul) | Kurang lengkap (dibawah konsep minimal pada modul) | Tidak lengkap (konsep tidak sesuai) | |
| Ketepatan konsep | Sangat tepat (sesuai dengan logika ilmiah) | Tepat | Cukup tepat | Kurang tepat | Tidak tepat | |

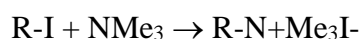
| | | | | | | |
|---------------------------------|--|--------------------------------|--|--|----------------------------|--|
| Ide baru dan kreativitas | Sangat baik (memunculkan beberapa ide baru) | Baik (memunculkan ide baru) | Cukup baik (ide seperti pada modul) | Kurang baik (ide di bawah tuntutan modul) | Tidak baik (miskin ide) | |
| Total | | | | | | |

1. Contoh Materi Pembelajaran

PENGARUH PELARUT

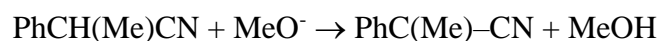
1. PENDAHULUAN

Reaksi-reaksi organik pada sebagian besar berpengaruh dalam fasa cairan homogen, dan lebih sering daripada tidak adanya pelarut dimana bukan itu saja yang ikut serta dalam stoikiometri reaksi, tetapi meskipun demikian merupakan komposisi penting dari reaksi. Sifat-sifat unik dari suatu perantara dimana pada saat bersamaan merupakan fasa kondensasi dan telah memiliki mobilitas yang tinggi untuk membawa bahan-bahan reaksi secara efisiensi bersamaan yang mungkin memerlukan aktivitas tabrakan dan pemutusan secara paksa pola-pola geometris kristal melalui larutan. Itu sama pentingnya, interaksi kompleks antara pelarut dan molekul terlarut yang dapat dihasilkan pada modifikasi kasar dari aktivitas keduanya, energi bebas dan reaktivitas. Banyaknya reaksi, seperti contoh berikut:



$$k(\text{MeCN})/k(\text{CS}_2) = 440$$

Merupakan enggan terjadi pada semua fase gas, dan pada larutan yang lajunya tinggi ketergantungan dengan pelarut. Meskipun lebih dramatis adalah transfer proton.



$$k(\text{Me}_2\text{SO})/k(\text{MeOH}) = 10^9$$

Dengan efek jarak tersebut, selanjutnya pelarut tidak bisa diabaikan dan harus dipertimbangkan sebagai katalis dari reaksi, sebuah fakta yang telah nyata sejak eksplorasi terakhir dalam ilmu kimia dan sekarang ini telah didokumentasikan dengan baik jika masih belum dipahaminya. Pelarut terdiri dari cairan dari semua tipe bahan kimia yang terdiri dari 3 kategori utama yang dapat membedakan:

- (a) Protik: istilah ini digunakan untuk menggambarkan pelarut yang memiliki fungsi pemberi proton, -OH atau -NH, dan melibatkan alkohol, amina, asam karboksilat dan air. Protik memiliki waktu dipole yang besar dan kapasitas ikatan hidrogen.
- (b) Apotik dipolar: pelarut ini memiliki waktu dipole yang besar dan sifat pemberi tidak memiliki proton asidik sebagai contoh adalah sulfoksida dimetil, sianida alkil, amida sekunder dan keton.

- (c) Aprotik non-polar: merupakan larutan dengan waktu dipole yang kecil momem dipole tanpa keasaman dari sifat pemberi/penerima proton. Secara konsekuen, contohnya hanya dalam bentuk intermolekular yang lemah seperti hidrokarbon, halokarbon dan eter.

Diantara kategori-kategori ini terdapat jarak yang besar dari perilaku pelarut, yang mana sulit untuk diukur karena selalu terjadi campuran yang berbeda gaya-gaya intermolekular, pelaksanaan dengan berbagai kelemahan terhadap reagen dan keadaan transisi harus diperhitungkan.

2. STRUKTUR CAIRAN

Dibandingkan dengan gas dan zat kristal, fase cairan sangat sulit untuk dipahami, ia mengubah molekul-molekulnya dengan cepat saat menahan derajat perpaduan antara molekul. Kekuatan untuk menstabilkan cairan adalah gaya intermolekul, dijelaskan pada bagian-bagian gaya elektrostatik, ikatan hidrogen dan interaksi serahterima (donor-akseptor) yang menjadi bagian utama yang memiliki energi bebas dari system melalui kontribusi entalpi negative mereka. Pada suatu waktu, entropi dari cairan tetap besar dan positif dalam perhitungan dari gerak bebas. Faktor-faktor inilah yang membuat cairan dari sebagian senyawa tetap di atas dengan nilai suhu yang sangat mengherankan. Entropi standar dari cairan sangat dipengaruhi oleh kecenderungannya untuk berasosiasi (tabel 1).

Tabel 1 Entropi standar beberapa larutan

| Larutan | S/JK ⁻¹ mol ⁻¹ (cal K ⁻¹ mol ⁻¹) | Larutan | S/JK ⁻¹ mol ⁻¹ (cal K ⁻¹ mol ⁻¹) |
|-------------|---|--------------------|---|
| Air | 69.9 (16,71) | Nitromethene | 171 (40.9) |
| Etanol | 160 (38,2) | 1,2-Dibromomethene | 223 (53.3) |
| Asetonitril | 144 (24,4) | 1,2-Dicloromethene | 208 (49.7) |
| Asam Asetat | 160 (38,2) | Carbon sisulfida | 237 (56.6) |

Air sendiri berasosiasi sangat tinggi dan cenderung berasosiasi dengan molekul terlarut (solvasi). Etanol dan pelarut protik lainnya kecenderungan mirip CS₂, yang memiliki kapasitas kecil untuk interaksi intermolekul. Penjelasan yang memuaskan dalam mengubah struktur cairan, diperlukan pendekatan statistik yang mana untuk cairan yang sangat sederhana, dimulai dengan mengenalkan pengamatan secara eksperimen.

Fungsi distribusi radial, menunjukkan berturut-turut kulit dari pelarut, dapat melalui difraksi sinar X dan disesuaikan secara matematis untuk gaya intermolekul dan dinamis. Cairan protik jauh lebih kompleks pada perhitungan dalam penambahan yang disebabkan oleh ikatan hidrogen. Air, bagaimanapun mendapat banyak perhatian dan tetap sangat penting.

Pada saat itu juga, sebagian besar air akan terlihat berada pada daerah tiga dimensi *hydrogen-bonded*, struktur es secara bersamaan dengan yang lainnya membentuk *unbonded hydrogen* atau pasangan *unshared*, “lubang” dan molekul air yang bebas terjadi (gambar 2). Walaupun strukturnya kurang, susunan diharapkan dalam alkohol walaupun hanya memiliki satu hidrogen/gugus fungsional yang tersedia untuk membentuk ikatan hidrogen. Akan tetapi, sedikit diketahui struktur yang rinci dari cairan organik.

2. LARUTAN

Tujuan dari pembahasan mengenai, larutan adalah keadaan cair yang tercampur secara homogen yang merupakan hasil pencampuran dari zat terlarut (gas, cair, padat) dengan pelarut, biasanya dalam jumlah besar. Jika penguraian dari zat terlarut terjadi secara spontan yang disertai reduksi dalam pelepasan energi, $\Delta G_{\text{terlarut}}$, dari sistem. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah isi yaitu unsur-unsur yang ada didalamnya. Skema, diagram yang menunjukkan keistimewaan struktur air, yang meskipun sangat cepat mengalami simpangan.

| | Kontribusi pada $\Delta G_{\text{terlarut}}$ |
|--|--|
| a) Menciptakan sebuah ruang atau jarak dengan pelarut (reduksi pelarut-energi pelarut) | + ve |
| b) Pemisahan molekul zat terlarut dari sebagian besar zat terlarut (reduksi zat terlarut- energi zat terlarut) | +ve |
| c) Penempatan molekul zat terlarut dalam ruang (zat terlarut buatan-energi pelarut (larutan)) | -ve |
| d) Entropi dari pencampuran zat terlarut dan pelarut | -ve |

Komponen (a) dan (b) dihubungkan untuk menghindarkan panas dari penguapan pelarut dan zat terlarut; analisa ini dibutuhkan untuk menyeimbangkan energi solvasi yang ada sebagai kepastian (c). Jika pelarut dan zat terlarut memiliki jenis bahan kimia yang hampir sama, jenis dan jarak energi (a) dan (b) akan memiripkan Energi solvasi (c) dan kelarutan akan semakin tinggi. Ini adalah dasar dari garis empiris “*like dissolves like*”, mengetahui bentuk dari waktu.

Zat terlarut dan dikelilingi molekul pelarut yang besama-sama mendesak daya tarik jaringan (sebaliknya yang bukan larutan). Pengumpulan molekul pelarut yang berada disekitar zat terlarut dikenal sebagai solvasi. Kehadiran dari molekul-molekul zat terlarut mempengaruhi sifat lingkungan dengan sangat cepat, yang dikenal sebagai "*cybotactic region*" dan memungkinkan untuk memberi lebih pada kulit dalam inti dari larutan, menampilkan secara rinci dan pengetahuan pasti dari struktur yang tidak tersedia. Ini seperti zat terlarut yang membawa beban atau orientasi dipol kuat yang berhubungan dengan kesempurnaan dipol yang cepat dari molekul-molekul pelarut. Tingkat dari "*cybotactic region*" sangat rendah dari pelarut (gambar 3), dan molekul-molekul pelarut melewati kulit larutan yang kurang sempurna.

Pada waktu yang sama, gerakan yang termal memperbolehkan lebih atau kurangnya rotasi bebas dan simpangan tetapan dielektrik pelarut, sejak dari potensial elektrik dengan jarak bervariasi berkebalikan dengan tetapan dielektrik; tetapi, sebagai acuan energi solvasi akan menjadi rendah. Selain itu sebagai pembantu energi solvasi, berat jenis dari "*cybotactic region*" akan lebih ringgi dari bagian penting lain dari pelarut karena itu larutan disertai oleh reduksi dalam volume yang disebut *electrostriction*. Efek dari daya tarik semua jenis intermolekular adalah menghasilkan sebuah 'tekanan kedalam' gerakan kesemua molekul-molekul didalam cairan penting pada beberapa ribu atmosfer.

3. SOLVASI

Istilah ini menggambarkan jumlah interaksi energi pelarut-zat terlarut dan adalah kunci untuk semua efek pelarut dari gejala secara kimia dan fisika. Energi bebas dari zat terlarut dimodifikasi oleh sedikit atau semua komponen tapi energi solvasi cocok untuk perbedaan antara energi zat terlarut-pelarut dan energi pelarut-zat terlarut dimana mereka saling berganti.

3.1 POLARITAS

Istilah ini jarang digunakan dalam non eksakta tapi hal ini diambil untuk melindungi energi tarik menarik dan tolak menolak secara non-spesifik, yang merupakan nilai dari sebuah elektrostatik alami antara zat terlarut ionik atau dipolar dan pelarut dipol. Sebuah pelarut sanggup berinteraksi secara kuat mendesak dari tipe yang diketahui seperti sebuah pelarut polar (sebuah istilah yang jarang tapi satu masukan dalam literature kimia), yang mana disetujui bahwa sebuah pelarut yang memiliki kemampuan solvasi dan perubahan stabilitas adalah ditunjukkan seperti polaritas. Momen dipol dari pelarut, akan tetapi bukan indikator dari polaritasnya, karena kemampuan ini untuk mensolvasi juga akan bergantung sangat kuat pada faktor sterik, ukuran dan bentuk dari molekul zat terlarut dan pelarut. Hal ini teristimewa tidak

cukup untuk menggambarkan solvasi melalui penguraian cairan seperti pelarut hidroksilik. Secara umum yang dapat diterima mengukur polaritas pelarut didasari terhadap pada banyaknya nilai empiris yang digambarkan di bawah.

3.2 KEMAMPUAN POLARISASI

Interaksi menarik antara dipol sementara yang disebabkan oleh medan elektrostatik molekul pelarut dan zat terlarut. Gradient medan disekitar ion sekitar 10^6 Vcm^{-1} , cukup untuk mengubah distribusi elektronik dari sesuatu molekul dan membuktikannya dengan suatu imbasan dipol.

3.3 IKATAN HIDROGEN

Dalam praktek, setiap zat terlarut atau pelarut harus memiliki suatu fungsi hidroksil (pusat akseptor ikatan hidrogen, HBA) dan bagian lainnya (pusat donor ikatan hidrogen, HBD), seperti $-\text{OH}$, $-\text{OR}$, $-\text{NR}_2$.

3.4 INTERAKSI DONOR AKSEPTOR

Ini terjadi antara molekul zat terlarut dan pelarut yang berdampingan ketika yang satu memiliki orbital molekul terisi penuh berkedudukan-tinggi, dan yang lain, orbital molekul kosong berkedudukan rendah. Saat keduanya terorientasi dengan benar, interaksi HOMO-LUMO (seringkali mengacu sebagai transfer muatan) dapat menstabilkan sistem. Lebih lanjut lagi bentuk-bentuk orbital meliputi n^- , σ^- , π^- dalam aktivitas serah terima.

Solvasi terkadang meliputi kontribusi dari semua komponen ini dalam ukuran yang berbeda, yang menimbulkan kesulitan. Dalam menyelesaikan efek pelarut kotor. Sebagai contoh, pemanasan solvasi dalam campuran system pelarut seringkali berbeda secara tidak teratur dengan komposisi, yang tanpa ragu merefleksikan perubahan halus dalam pola solvasi.

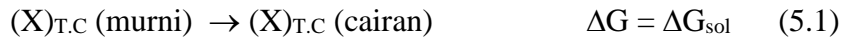
Jumlah total dari solvasi elektrostatik dapat dinyatakan sebagai medan reaksi, E_R sebanding dengan momen dipole dari molekul zat terlarut dan terorientasi sepanjang sumbu dipolnya. Penentuan tepat dari medan reaksi merupakan potensial dari tarikan tapi membutuhkan pengetahuan dari segala bidang sibotaktik. Malahn, bentuk system memiliki bangun atau konstruksi yang cukup sederhana bagi konsep untuk diterapkan dengan batas akan dibahas selanjutnya.

5. PENGUKURAN TERMODINAMIK SOLVASI

Cara kerja penyimpanan dan pemisahan dari sifat kelarutan yang ideal berhubungan dengan masalah kelarutan.

5.1 ENERGI BEBAS KELARUTAN DAN FUNGSI

Pengukuran paling banyak berhubungan dengan kelarutan ion karena menunjukkan solvasi polar. Energi bebas kelarutan $\Delta G_{\text{sol}} = (a) + (b) + (c) + (d)$ pada pemindahan diatas, ΔG_{tr} dijelaskan pada persamaan 5.1 dan 5.2 dan beberapa nilai gaya pegas pada tabel 2 dan 3.



Meskipun banyaknya kelarutan pada tiap unsure adalah 10^8 . ΔG sol konstantanya turun dengan ditandai adanya panas. (a) + (b) cenderung tidak tersolvasi, (c) meskipun tersendiri tetapi sebagian besar tersolvasi seperti air dan alcohol, dan sangat kecil mengingat adanya sepasang ion bebas. Apabila energi kelarutan diganti dengan ion yang bereaksi (tabel 2).

Dalam tabel 2. pelarut molar $c/10$ M dan energi bebas kelarutan $\Delta G_{\text{sol}}/ \text{kg mol}^{-1}$; kkal mol^{-1}) untuk memisahkan sepasang ion sejenis, $\text{Et}_4 \text{N}^+\text{I}^-$. Selain itu adanya kekurangan pada pemindahan energi bebas ΔG_{tr} , energi bebas dapat diubah dari pemindahan kelarutan (dalam pengenceran larutan). Mungkin dengan pemindahan akan ada perbandingan pada fase gas. Pengukuran ΔG_{tr} dapat diubah solvasi dari satu medium ke medium lainnya. Sedangkan nilai air tetap negatif untuk ΔG_{tr} menunjukkan solvasinya sangat kuat, sehingga membutuhkan keseimbangan energi untuk mencegah terjadinya penghancuran solvasi yang memiliki daya kerja yang kuat. Sangat tinggi pemisahan energi bebas untuk pemisahan benda. Penghantar arus listrik pada kation dan anion dan menarik $\text{Et}_4 \text{N}^+\text{I}^-$ menjadi sepasang ion seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Pelarut molar $c/10$ M dan energi bebas kelarutan $\Delta G_{\text{sol}}/\text{kJ mol}^{-1}$ (kkal mol^{-1}) untuk memisahkan sepasang ion sejenis

| Pelarut | c | x | ΔG_{sol} | ΔG_{sol} |
|----------------------|-------|-----|-----------------------------|-----------------------------|
| | | | $\text{Et}_4\text{N}^+ + 1$ | $\text{Et}_4\text{N}^+ + 1$ |
| Air | 1.927 | 0 | 4.81 (1.15) | 3.8 (0.91) |
| Metanol | 0.362 | 0 | 12.5 (3.0) | 5.4 (1.3) |
| Etanol | 3.41 | -2 | 22.8 (5.4) | 10.7 (2.5) |
| Propan-1-ol | 1.187 | -2 | 28.0 (6.7) | 12.8 (3.1) |
| Propan-2-ol | 3.56 | -3 | 33.0 (7.9) | 15.6 (3.7) |
| Butan-1-ol | 5.95 | -3 | 32.0 (7.6) | 14.0 (3.3) |
| 3-Metilbutan-1-ol | 2.75 | -3 | 36.5 (8.7) | 15.6 (3.7) |
| <i>Tert</i> -butanol | 2.76 | -4 | 47.4 (11.3) | 21.1 (5.0) |
| Dimetilsulfoksida | 0.121 | 0 | 13.2 (3.1) | |
| Nitrometana | 0.209 | 0 | 12.2 (2.9) | 10.5 (2.5) |
| Asetonitril | 0.115 | 0 | 15.1 (3.6) | 11.1 (2.6) |
| Dimetilformamida | 0.115 | 0 | 15.4 (3.7) | 9.2 (2.2) |
| Propiononitril | 3.00 | -2 | 21.6 (5.2) | 12.6 (3.0) |
| Nitrobenzena | 1.96 | -2 | 22.3 (5.3) | 14.2 (3.4) |
| Benzonitril | 1.76 | -2 | 24.0 (5.7) | 14.2 (3.4) |
| Asetone | 9.68 | -3 | 27.3 (6.5) | 14.9 (3.6) |
| Butan-2-on | 2.03 | -3 | 33.9 (8.1) | 19.4 (4.6) |
| Acetofenon | 5.05 | -3 | 30.3 (7.2) | 16.6 (4.0) |
| 1,2-Dikloroetana | 9.19 | -3 | 35.1 (8.4) | 12.2 (2.9) |
| Diklorometana | 3.77 | -2 | 34.4 (8.2) | 8.4 (2.0) |
| 1,1,2-trikloroetana | 1.83 | -3 | 48.7 (11.6) | 15.7 (3.7) |
| Metilformat | 1.20 | -3 | 45.1 (10.8) | 17.0 (4.1) |
| Bromobenzena | 3.61 | -4 | 62.3 (14.9) | 19.7 (4.7) |
| Etilbenzoat | 4.96 | -5 | 63.5 (15.2) | 24.7 (5.9) |
| Etilasetat | 1.56 | -5 | 66.0 (15.8) | 7.7 (1.8) |
| Klorobenzena | 2.21 | -5 | 67.7 (16.2) | 26.7 (6.4) |
| Dietil eter | 4.0 | -8 | 96.6 (23.1) | 42.2 (10.0) |
| Benzena | 3.8 | -7 | 136 (32.5) | 36.6 (8.7) |

Nilai kelarutan ΔG_{tr} untuk anion banyak berlawanan dengan kation. Karena anion terurai dalam larutan dengan adanya ikatan hidrogen ketika kation tersolvasi dengan larutan dipolar aprotik. Jauh lebih sedikit dapat diubah larutan murni dari pada larutan organik. Panas dan larutan entropi sempurna dari zat non polar seperti etana yang sangat menyerupai larutan non polar (kecuali keadaan air).

Tabel 3. Pemisahan energi bebas $\Delta G_{tr}/\text{kJ mol}^{-1}$ (kkal mol⁻¹). Et₄N⁺I⁻ untuk memisahkan ion dan pasangan ion antara metanol dan pelarut lain.

| Pelarut | ΔG_{tr} | ΔG_{tr} | ΔG_{tr} | Log y_{rel} (K ⁺) | Log y_{rel} (Cl ⁻) |
|---------------------|---|--|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | Et ₄ N ⁺ I ⁻ | [Et ₄ N ⁺ I ⁻] | Tert-BuCl | | |
| Air | -7.5 (-1.79) | -1.67 (-0.4) | 22.0 (5.26) | -1.5 | -2.5 |
| Metanol | 0.0 (0.0) | 0.0 (0.0) | 0.0 (0.0) | 0.0 | 0.0 |
| Etanol | 10.5 (2.51) | 5.4 (1.29) | -1.2 (-0.29) | | |
| Propan-1-ol | 15.5 (3.70) | 7.5 (1.79) | -1.6 (-0.38) | | |
| Propan-2-ol | 20.9 (5.0) | 10.0 (2.39) | -1.44 (-0.34) | | |
| Butan-1-ol | 19.7 (4.71) | 8.8 (2.1) | -2.2 (-0.53) | | |
| Tert-butanol | 34.7 (8.29) | 15.6 (3.73) | -2.2 (-0.53) | | |
| Dimetilsulfoksida | 0.8 (0.19) | 2.0 (0.48) | -0.5 (-0.12) | -4.5 | 5.5 |
| Nitrometana | -0.4 (-0.09) | 5.0 (1.19) | -0.77 (-0.18) | | 4.9 |
| Asetonitril | 8.5 (0.59) | 5.8 (1.39) | -1.9 (-0.45) | -0.8 | 6.3 |
| Dimetilformamida | 8.9 (0.69) | 3.8 (0.91) | -2.6 (-0.62) | -3.7 | 6.5 |
| Nitrobenzena | 10.0 (2.39) | 8.8 (2.10) | -3.6 (-0.86) | | |
| Benzonitril | 11.3 (2.70) | 8.8 (2.10) | | | |
| Asetone | 14.6 (3.49) | 9.6 (2.29) | -4.0 (-0.95) | | |
| Butan-2-on | 21.3 (5.09) | 13.3 (3.18) | | | |
| Asetofenon | 18.0 (4.30) | 11.3 (2.70) | | | |
| 1,2-Dikloroetan | 22.6 (5.40) | 10.5 (2.51) | | | |
| Etil asetat | 53.5 (12.8) | 22.1 (5.28) | | | |
| Klorobenzena | 55.2 (13.2) | 21.3 (5.09) | -5.4 (-1.29) | | |
| Dietileter | 84.1 (20.1) | 37.2 (8.89) | -4.0 (-0.95) | | |
| Benzena | 109 (26.0) | 28.8 (6.88) | -5.1 (-1.22) | | |
| Carbon tetraklorida | 46 (11.0) | | | | |
| Sikloheksana | 54 (12.9) | 58 (13.9) | | | |
| Heksana | | | | | |

5.2 AKTIVITAS ZAT TERLARUT

Salah satu dasar zat terlarut, di mana energi dari interaksi zat terlarut dan larutan esensial sama dengan pelarut-pelarut lainnya dan persamaan hukum Raoult.

$$P = P^0(1 - x_2) \quad (5.3)$$

(P = tekanan uap larutan; X₂ = fraksi mol zat terlarut)

Untuk zat terlarut dengan aktivitas konsentrasi

$$\left. \begin{array}{l} a = yc \\ \text{dan} \quad a = fx \\ \text{dan} \quad a = yM \end{array} \right\} \quad (5.4)$$

Tabel 4 Beberapa konstanta solvasi polar untuk pelarut umum

| Pelarut | ϵ | $10^4 f_0$ | $10^4 f_n$ | δ | E_T | Z | π^* | S_{PR} | J |
|--|------------|------------|------------|----------|-------|------|---------|----------|-------|
| Asam format | 58 | | | | | | 0.96 | | |
| Asam asetat | 6.15 | 3872 | 1851 | 8.9 | 51.2 | 79.2 | 0.62 | | |
| Air | 78.4 | 4905 | 1706 | 23.4 | 63.1 | 64.6 | 1.09 | 0.154 | |
| CF ₃ CH ₂ OH | 26.7 | | | | 59.5 | | 0.73 | | |
| CH ₃ OH | 32.7 | 4774 | 1688 | 14.3 | 55.5 | 83.6 | 0.60 | 0.0499 | -1.89 |
| C ₂ H ₅ OH | 24.5 | 4700 | 1813 | 12.7 | 51.9 | 70.0 | 0.54 | 0.000 | -2.02 |
| PhCH ₂ OH | 13.1 | 4448 | 2389 | 12.2 | 50.8 | | | | |
| CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH | 20.3 | 4640 | 1900 | 11.9 | 50.7 | 78,3 | 0,51 | 0,0158 | |
| CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH | | 4583 | 1949 | 11.4 | 50.2 | 77,7 | 0,46 | | |
| CH ₃ CHOHCH ₃ | 19.9 | 4633 | 1871 | 11.5 | 48,6 | 76,3 | 0,46 | -0.0413 | |
| CH ₃ CH ₂ CHOHCH ₃ | 16.6 | 4560 | 1941 | | 47.1 | | | | |
| (Me) ₃ COH | 12.5 | 4422 | 1908 | 10.5 | 43.9 | 71,3 | 0.43 | -0.104 | |
| HOCH ₂ CH ₂ OH | 37.7 | 4803 | 2059 | | 56.6 | 85,1 | | | |
| MeOCH ₂ CH ₂ OH | 16.9 | 4570 | 1958 | | 58.3 | | | | |
| HCONH ₂ | 111 | 4932 | 2110 | | 56.6 | 83,3 | 0.98 | | |
| HCONHMe | 182 | 4959 | 2059 | | 54.1 | | | | |
| HCONMe ₂ | 37 | 4800 | 2043 | 11.8 | 43.8 | 60.4 | 0.87 | -0.1416 | |
| MeCONHMe | 191 | 4961 | 2048 | | 52.0 | 77.9 | | | |
| MeCONMe ₂ | 37.8 | 4808 | 2080 | 10.8 | 43.7 | 66.9 | 0.88 | | |
| CO(NMe ₂) ₂ | 29.6 | 4687 | 2116 | | 41.0 | | | | |
| N-Metilpirolidona | 32.0 | 4374 | 1748 | 11.3 | | | | | |
| MeCN | 37.5 | 4374 | 1748 | 11.7 | 46.0 | 71.3 | 0.76 | -0.1039 | |
| EtCN | 27.2 | 4729 | 1829 | 10.6 | 43.7 | | | | -0,39 |
| PhCN | 25.2 | 4708 | 2354 | | 42.0 | 65.0 | 0.93 | | |
| MeNO ₂ | 35.9 | 4394 | 1885 | 12.6 | 46.3 | 71.2 | 0.85 | -0.134 | 0,04 |
| PhNO ₂ | 34.8 | 4787 | 2416 | 1.1 | 42.0 | | 1.01 | -0.218 | |
| O=P(NMe ₂) ₂ | 29.6 | 4751 | 2145 | 8.6 | 40.9 | 62.8 | 0.87 | | |
| O=S(Me ₂) | 46.7 | 4841 | 2207 | 13.0 | 45.0 | 71.1 | 1.00 | | |
| (MeCO) ₂ O | 20.7 | 4646 | 1918 | | 3.9 | | 0.84 | | |
| MeCOMe | 20.7 | 4646 | 1803 | 9.6 | 42.2 | 65.5 | 0.68 | -0.1748 | . |
| EtCOMe | 18.5 | 4605 | 1876 | 9.1 | 41.3 | | 0.67 | | |
| PhCOMe | 17.4 | 4581 | 2372 | 10.4 | 41.3 | | 0.90 | | |
| Sikloheksanon | 18.3 | 4601 | 2121 | 9.90 | 40.8 | | 0.75 | | |
| MeCOOMe | 6.7 | 3955 | 1813 | 9.5 | 40.0 | | 0.56 | | |
| MeCOOEt | 6.0 | 3850 | 1853 | 8.90 | 38.1 | 59.4 | 0.545 | | |
| Piridina | 12.4 | 4419 | 2303 | | 40.2 | 64.0 | 0.87 | | |
| NEt ₃ | 2.4 | 2431 | 1955 | 7.45 | 33.3 | | 0.14 | | |

Lanjutan Tabel 4.

| Pelarut | ϵ | $10^4 f_0$ | $10^4 f_n$ | δ | E_T | Z | π^* | S_{PR} | J |
|---|------------|------------|------------|----------|-------|------|---------|----------|-----|
| PhNH ₂ | | 3985 | 2513 | | 44.3 | | | | |
| Glyme | 7.2 | 4026 | 1879 | | 38.2 | | | | |
| Triglyme | 7.5 | 4062 | 2030 | | 38.9 | 61.3 | | | |
| Tetrahydrofuran | 7.6 | 4072 | 1976 | 9.30 | 37.4 | 58.8 | 0.576 | | |
| PhOMe | 4.3 | 3447 | 2323 | | 7.2 | | 0.734 | | |
| 1,4-Dioxane | 2.2 | 2232 | 2028 | 9.8 | 36.0 | | 0.553 | | |
| EtOEt | 4.3 | 3450 | 1780 | 7.8 | 34.6 | | 0.273 | | |
| (Me ₂ CH) ₂ O | 3.9 | 3287 | 1838 | | 34.0 | | 0.27 | | |
| (n-C ₄ H ₉) ₂ O | 3.1 | 2905 | 1948 | 7.62 | 33.4 | 60.1 | 0.239 | | |
| CH ₂ Cl ₂ | 8.9 | 4156 | 2034 | 10.0 | 41.1 | 64.7 | 0.802 | | |
| CH ₂ ClCH ₂ Cl | 10.4 | 4309 | 2101 | 9.9 | 41.9 | 63.4 | 0.807 | | |
| CHCl ₂ CH ₃ | 10.0 | 4286 | 2007 | 9.1 | 39.4 | 62.1 | | | |
| CHCl ₃ | 4.8 | 3587 | 2095 | 9.3 | 39.1 | 63.2 | 0.760 | -0.20 | |
| PhCl | 5.6 | 3774 | 2338 | 9.5 | 37.5 | 58.0 | 0.709 | | |
| PhI | 4.6 | 3538 | 2599 | 10.1 | 37.9 | | 0.81 | | |
| CHCl=CCl ₂ | 3.4 | 3087 | 2202 | | 35.9 | | 0.534 | | |
| CCl ₄ | 2.2 | 2150 | 2142 | 8.6 | 32.5 | | 0.294 | | |
| Benzene | 2.3 | 2303 | 2276 | 9.2 | 34.5 | 54 | 0.588 | -0.215 | |
| PhMe | 2.4 | 2396 | 2263 | 8.9 | 33.9 | | 0.535 | | |
| Cyclohexane | 2.0 | 2023 | 2040 | 8.2 | 32.1 | | 0.00 | | |
| n-C ₆ H ₁₄ | 1.9 | 1849 | 1862 | 7.27 | 30.9 | | -0.081 | -0.337 | |
| CS ₂ | 2.6 | 2611 | 2619 | 9.9 | 32.6 | | 0.51 | | |

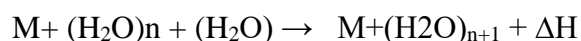
Dimana c , x , dan M konsentrasi dari molaritas, fraksi mol dan molal. Berturut-turut y , f , dan y aktivitas dari koefisien unit konsentrasi. Aktivitas penyimpangan koefisien substrat yang cepat dari pasangannya yang merupakan dasar sementara (perubahan) keadaan sementara. Kelarutan dari air sangat baik, tujuan perbandingannya $y(x,y) = 1,000$. Nilai kondisi reflek dari bawah suatu peluang untuk zat terlarut. Dimana interaksi dari degresi y . Aktivitas koefisien dari ion tunggal merupakan pelarut-pelarut organik dibandingkan dengan air.

Sejak penambahan indikator merupakan reduksi dari zat terlarut air > alkohol > dipolar. Ini terlihat pada kelarutan nonpolar pelarut-pelarut. Aktivitas dari ion tunggal adalah gabungan dari pelarut kation dan anion-anionnya. Kation merupakan pelarut dipolar dari zat terlarut untuk pelarut hidroksi dimana merupakan hasil dari anion. Tabel informasi untuk zat terlarut yang nonionik tetapi koefisien aktivitasnya adalah kelompok yang suka melepaskan dalam semua kelarutan. Ini merupakan efek dalam kereaktifan.

5.3 KELARUTAN DALAM FASA GAS

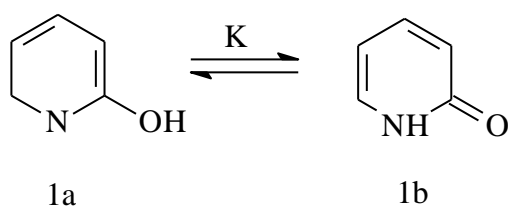
Secara rinci informasi yang harus diperhatikan pada sel terlarut oleh metode masa spektroskopi yang mana ion adalah karakter dalam atmosfer pada kelarutan pada bagian

kelarutan ion dalam air dan kelebihan oleh spektrometer massa. Persamaan 5.4 terlihat energi merupakan hasil dari molekul air dengan beberapa ion-ion. dan enam langkah bagian hidrasi dapat dibedakan dengan energi adisi, bagian elektrolisis dari semua seperti dalam solvasi gas enert yang disajikan dalam gambar 4. kstrapolasi menjalani keseluruhan dari energi solvasi. Bentuk dari kajian mungkin menyesuaikan pada kedua kation dan anion serta solvasi melalui molekul organik seperti asetonitril.



5.4 PENGARUH SOLVASI TERHADAP PADA LAJU REAKSI DAN KESETIMBANGAN

Solvasi yang luas akan menurunkan energi bebas pada molekul yang terlarut dalam kesetimbangan sehingga akan mempengaruhi reaksi energi bebas, ΔE , dan akibatnya kesetimbangan juga konstan, K . Secara umum, kesetimbangan akan berpindah dengan perubahan dalam pelarut untuk menolong bagian paling seimbang dengan solvasi. Contohnya, dalam kesetimbangan tautomeric antara 2-hidroksi piridin (1a) dan 2-piridon (1b), yang kemudian diperbaiki dengan penambahan polaritas pelarut (tabel 5). Lihat juga gambar 5.



Pada dasarnya ternyata 1a lebih stabil dengan solvasi, terutama dengan pelarut yang polaritasnya tinggi. Sebaliknya lebih cepat dari larutan. Kesimpulannya bahwa 1b lebih mudah dipengaruhi oleh solvasi daripada 1a dalam menghitung besarnya momen dipol sejak tautomeri kedua-duanya merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan sebagai akseptor ikatan hidrogen. Ini biasanya untuk mendapatkan ketidakcocokan antara benda-benda molekul yang dipisahkan dan larutan (gambar 5)

Tabel 5.5 Pengaruh Pelarut pada Kesetimbangan Tautomeric 1a dan 1b

| Pelarut | K | Persentase 1b | - $\Delta G/kJ mol^{-1}$ ($kkal mol^{-1}$) |
|--------------|-----|---------------|---|
| Fase gas | 0.4 | 28 | -2.2 (-0.52) |
| Sikloheksana | 1.7 | 63 | 1.3 (0.31) |
| Kloroform | 6.0 | 86 | 4.5 (1.1) |
| Asetonitril | 148 | 99 | 12.5 (3.0) |
| Air | 910 | 99.9 | 17.0 (4.1) |

5.5 PENGARUH PELARUT STANDAR

Penggabungan tipe analisis dengan keadaan transisi kira-kira dapat dilihat, jika keadaan transisi mampu mensolvasi lebih besar daripada reagen, kemudian reaksi standar akan meningkat dengan perubahan lebih banyak pelarut dalam solvasi sejak energi aktivitas akan menurun. Ini didasarkan pada Hukum Hughes-Ingold dimana pengaruh pelarut prinsipnya membutuhkan waktu yang cepat dan kontribusi paling penting untuk solvasi, interaksi polar. Ada tiga 3 tipe muatan yang diperlukan sebagai pertimbangan :

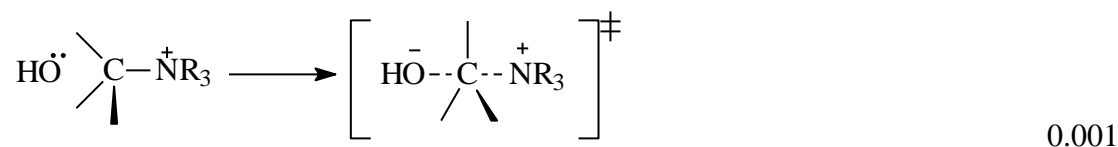
1. Jika aktivasi merupakan langkah yang disertai dengan meningkatnya muatan elektrik pada reaktan, berubahnya pelarut lebih polar akan mengakibatkan bertambah luasnya standar.
2. Jika aktivasi merupakan langkah yang disertai dengan menurunnya muatan elektrik pada reaktan, berubahnya pelarut lebih polar akan mengakibatkan berkurang luasnya standar.
3. Jika kativasi merupakan langkah yang disertai dengan dispersi muatan elektrik, berubahnya pelarut lebih polar akan mengakibatkan sedikit berkurangnya standar.

Pengaruh pelarut kinetik pada reaksi ditentukan dengan perubahan tipe contoh menurut tiga kategori:

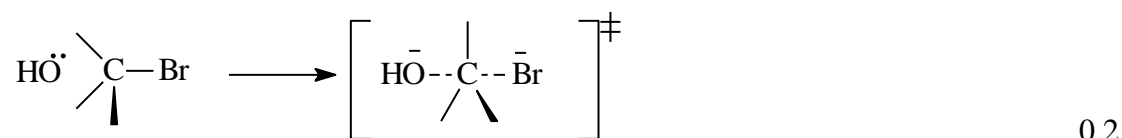
Tipe 1: Pemisahan muatan



Tipe 2: Netralisasi muatan

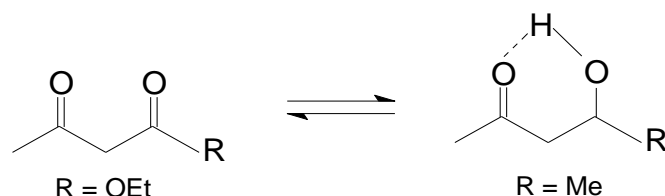


Tipe 3: Dispersi muatan



2. Contoh Materi Tugas

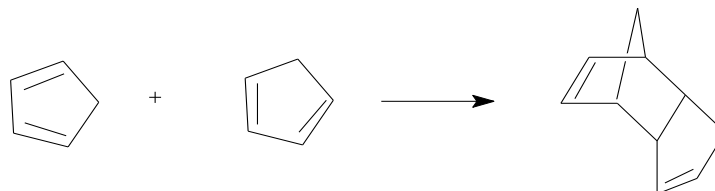
- Berikan komentar pada pengamatan yang $\Delta pK_A = \{pK_A(H_2O) - pK_A(MeOH)\}$ adalah $-5,7$ untuk asam format tetapi hanya $-0,4$ untuk anilinium, $PhNH_3^+$.
- Kesetimbangan tautomerik beberapa β -senyawa dikarbonil yang disajikan di bawah adalah sangat kuat dipengaruhi oleh pelarut. Sarankan faktor-faktor yang memberikan kontribusi pada kecenderungan pengamatan.



| Pelarut | K_τ | %Enol | K_τ | %Enol |
|---------------------|----------|-------|----------|-------|
| Fasa gas | 0,74 | 42,6 | 11,7 | 92,1 |
| n-Heksana | 0,64 | 39 | 19 | 95 |
| Karbon tetraklorida | 0,39 | 28 | 24 | 96 |
| Dietil eter | 0,29 | 22 | 19 | 95 |
| Karbon disulfida | 0,25 | 20 | 16 | 94 |
| Benzena | 0,19 | 16 | 8,1 | 89 |
| 1,4-Dioksana | 0,12 | 11 | 4,6 | 82 |
| Etanol | 0,11 | 10 | 4,6 | 82 |
| Kloroform | 0,081 | 7,5 | 6,7 | 87 |
| Zat terlarut murni | 0,081 | 7,5 | 4,3 | 81 |
| Metanol | 0,062 | 5,8 | 2,8 | 74 |
| Asetonitril | 0,052 | 4,9 | 1,6 | 62 |
| Dimetilsulfoksida | 0,023 | 2,2 | 1,6 | 62 |
| Asam asetat | 0,019 | 1,9 | 2,0 | 67 |

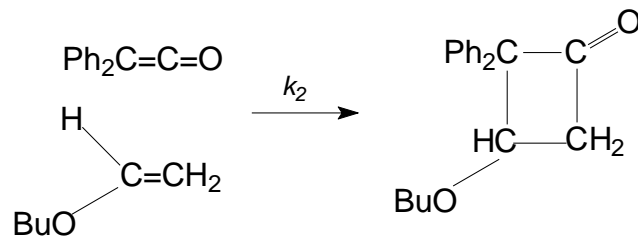
- Pengaruh pelarut terhadap laju beberapa sikloadisi diberikan di bawah. Berikan komentar pada keadaan yang mungkin dari keadaan transisi dalam setiap kasus.

a. Diels-Alder:



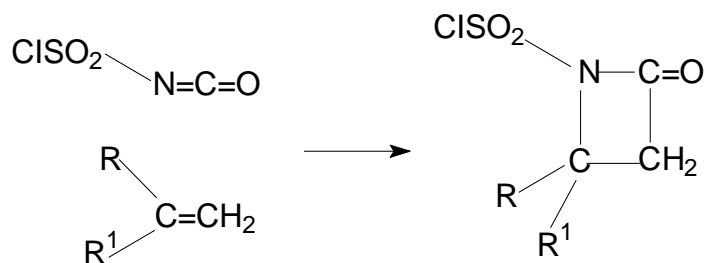
| | | | |
|----------|-------------|-----------------|-----------|
| Pelarut | K_{rel} : | Pelarut | K_{rel} |
| fasa gas | 1 | CC ₄ | 1,1 |
| cairan | 0,8 | nitrobenz | 1,9 |
| murni | | ena | |
| benzena | 1,0 | etanol | 2,8 |

b. Sikloadisi (2+2):



| Pelarut | $k_2 \text{ rel}$ |
|---------------------------------|-------------------|
| C_6H_{12} | 1 |
| $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ | 13 |
| CH_3COCH_3 | 43 |
| $\text{C}_6\text{H}_5\text{CN}$ | 63 |
| CH_3CN | 163 |

c. Sikloadisi (2+2)



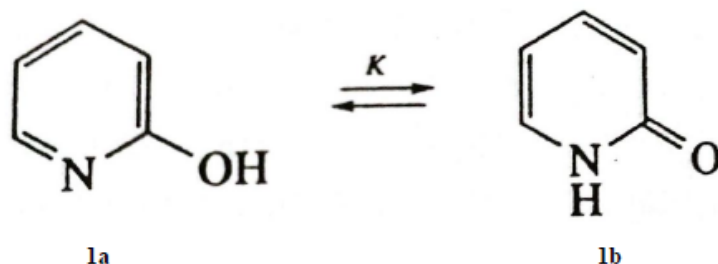
| Pelarut | $k_2 \text{ rel}$ |
|------------------------------------|-------------------|
| C_6H_{14} | 1 |
| $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ | 31 |
| CHCl_3 | 250 |
| CH_2Cl_2 | 1700 |
| $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ | 5000 |
| CH_3NO_2 | 18800 |

4. Ramalkan pengaruh terhadap laju yang menyertai sebuah muatan pada pelarut yang sangat polar berikut ini (pendekatan mekanisme harus diambil untuk menjelaskan semua kasus).
- $\text{Et}_3\text{S}^+\text{Br}^- \rightarrow \text{Et}_2\text{S} + \text{EtBr}$
 - $n\text{-Pr}_3\text{N} + \text{MeI} \rightarrow n\text{-Pr}_3\text{NMe}^+\text{I}^-$
 - $\text{Me}_3\text{N} + \text{Me}_3\text{S}^+ \rightarrow \text{Me}_4\text{N}^+ + \text{Me}_2\text{S}$
 - $\text{OH}^- + \text{Et}_4\text{N}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Et}_3\text{N}$
 - $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{ArSCl} \rightarrow \text{ArSCH}_2\text{Cl}$
 - $\text{Me}_3\text{N} + \text{Et}_4\text{N}^+ \rightarrow \text{Me}_3\text{NH}^+ + \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Et}_3\text{N}$

Contoh Soal UTS Kimia Organik Fisik:

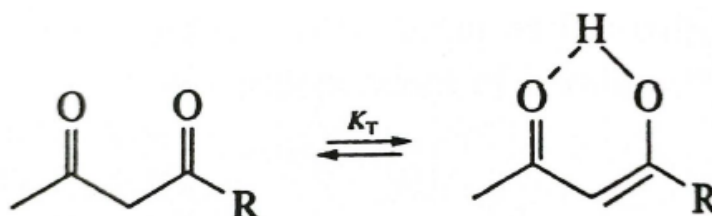
Ujian Tengah Semester (UTS) Mata Kuliah Kimia Organik Fisik

1. Berikan penjelasan pengaruh solvasi terhadap laju reaksi dan kesetimbangan 2-hidroksipiridin (1a) dan 2-piridon (1b) yang dilengkapi dengan data di bawah ini.



| Solvent | K | Produk (%) 1b | $-\Delta G^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$ (kcal mol^{-1}) |
|--------------|-----|---------------|---|
| Gas | 0,4 | 28 | -2,2 (-0,52) |
| Sikloheksana | 1,7 | 63 | 1,3 (0,31) |
| Khloroform | 6,0 | 86 | 4,5 (1,1) |
| Asetonitril | 148 | 99 | 12,5 (3,0) |
| Air | 910 | 99,9 | 17,0 (4,1) |

2. Berikan penjelasan kesetimbangan tautomer dari beberapa senyawa β -dikarbonil yang dipengaruhi oleh kekuatan pelarut berikut ini.

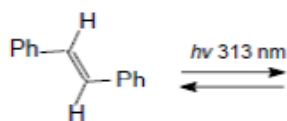


| Pelarut | R = OEt | | R = Me | |
|---------------------|---------|-------|--------|-------|
| | K_T | %Enol | K_T | %Enol |
| Gas | 0,74 | 42,6 | 11,7 | 92,1 |
| <i>n</i> -Heksana | 0,64 | 39 | 19 | 95 |
| Karbon tetraklorida | 0,39 | 28 | 24 | 96 |
| Dietil eter | 0,29 | 22 | 19 | 95 |
| Karbon disulfida | 0,25 | 20 | 16 | 94 |
| Benzena | 0,19 | 16 | 8,1 | 89 |

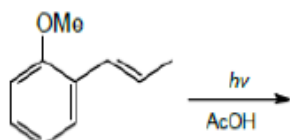
| | | | | |
|----------------|-------|-----|-----|----|
| 1,4-Dioksana | 0,12 | 11 | 4,6 | 82 |
| Etaanol | 0,11 | 10 | 4,6 | 82 |
| Khloroform | 0,081 | 7,5 | 6,7 | 87 |
| Metanol | 0,062 | 5,8 | 2,8 | 74 |
| Asetonitril | 0,052 | 4,9 | 1,6 | 62 |
| Dimetilsulfida | 0,023 | 2,2 | 1,6 | 62 |
| Asam asetat | 0,019 | 1,9 | 2,0 | 67 |

3. Selesaikan reaksi fotokimia berikut ini:

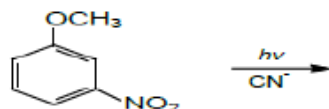
1.



2.



3.



4.

