



**MENTERI KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA**

KEPUTUSAN MENTERI KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 88 TAHUN 2024
TENTANG

PENETAPAN STANDAR KOMPETENSI KERJA NASIONAL INDONESIA
KATEGORI AKTIVITAS PROFESIONAL, ILMIAH DAN TEKNIS GOLONGAN
POKOK PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN
BIDANG REKAYASA NANOMATERIAL

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KETENAGAKERJAAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 31 Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 3 Tahun 2016 tentang Tata Cara Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia, perlu menetapkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial;
- b. bahwa Rancangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial telah disepakati melalui konvensi nasional pada tanggal 20 Desember 2022 di Jakarta;
- c. bahwa berdasarkan surat Kepala Pusdiklat SDM Industri selaku Sekretaris Komite Standar Kompetensi Sektor Industri, Kementerian Perindustrian Nomor 1650/BPSDMI.2/XII/2022 tanggal 27 Desember 2022 perihal Permohonan Usulan Penetapan RSKKNI Bidang Rekayasa Nanomaterial, perlu ditindaklanjuti dengan penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial;
- d. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, dan huruf c, perlu menetapkan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial;

- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 39, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4279);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 31 Tahun 2006 tentang Sistem Pelatihan Kerja Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 67, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4637);
3. Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 24);
4. Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2020 tentang Kementerian Ketenagakerjaan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 213);
5. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 21 Tahun 2014 tentang Pedoman Penerapan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1792);
6. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 3 Tahun 2016 tentang Tata Cara Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 258);
7. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 1 Tahun 2021 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Ketenagakerjaan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 108);

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI KETENAGAKERJAAN TENTANG PENETAPAN STANDAR KOMPETENSI KERJA NASIONAL INDONESIA KATEGORI AKTIVITAS PROFESIONAL, ILMIAH DAN TEKNIS GOLONGAN POKOK PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN BIDANG REKAYASA NANOMATERIAL.

KESATU : Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Menteri ini.

KEDUA : Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia sebagaimana dimaksud dalam Diktum KESATU menjadi acuan dalam penyusunan jenjang kualifikasi nasional, penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan, dan sertifikasi kompetensi.

KETIGA : Pemberlakuan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia sebagaimana dimaksud dalam Diktum KESATU dan penyusunan jenjang kualifikasi nasional sebagaimana dimaksud dalam Diktum KEDUA ditetapkan oleh Menteri Perindustrian dan/atau kementerian/lembaga teknis terkait sesuai dengan tugas dan fungsinya.

KEEMPAT : Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia sebagaimana dimaksud dalam Diktum KESATU dikaji ulang setiap 5 (lima) tahun atau sesuai dengan kebutuhan.

KELIMA : Keputusan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 29 April 2024

MENTERI KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA,



LAMPIRAN
KEPUTUSAN MENTERI KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 88 TAHUN 2024
TENTANG
PENETAPAN STANDAR KOMPETENSI KERJA
NASIONAL INDONESIA KATEGORI AKTIVITAS
PROFESIONAL, ILMIAH DAN TEKNIS GOLONGAN
POKOK PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN ILMU
PENGETAHUAN BIDANG REKAYASA
NANOMATERIAL

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035 yang ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional Tahun 2015-2035, perkembangan teknologi di masa depan akan difokuskan pada *nanotechnology*, *biotechnology*, *information technology*, dan *cognitive science* dengan fokus aplikasi pada bidang energi, pangan, kesehatan, dan lingkungan. Perkembangan tersebut akan berpengaruh pada perkembangan sektor industri nasional sehingga perlu disiapkan sistem serta strategi alih teknologi dan inovasi teknologi yang sesuai, diantaranya peningkatan kualitas dan kuantitas penelitian dan pengembangan *Research and Development* (R&D) termasuk sinergi antara pemerintah, pengusaha, dan akademisi.

Kebutuhan teknologi yang dikembangkan tahun 2015-2035 pada industri prioritas kelompok industri pangan antara lain adalah teknologi bioteknologi dan nanoteknologi untuk ekstraksi, isolasi, purifikasi dan konversi senyawa/komponen bioaktif untuk nutrisi dan suplemen. Sedangkan pada industri prioritas kelompok industri farmasi, kosmetik dan alat kesehatan antara lain yaitu perancangan produk, pengukuran skala mikro dan nano, serta mikro-nano biomaterial.

Pada abad 21 telah terjadi revolusi dunia ilmiah dan industri sebagai konsekuensi dari perkembangan suatu disiplin ilmu baru, yaitu nanoteknologi, yang melibatkan desain, fabrikasi, pengukuran maupun manipulasi material pada skala nanometer. Pada ukuran nanometer, material memiliki sifat fisik dan kimia, seperti bentuk, sifat optis, sifat mekanis, luas dan sifat permukaan, serta reaktivitas yang lebih unggul dibandingkan material awalnya yang berskala makro. Oleh karena itu, penelitian dan pemanfaatan nanoteknologi berkembang pesat di berbagai bidang, seperti kesehatan, kosmetika, tekstil, energi, pertanian, pangan, lingkungan, bahan konstruksi, elektronika, kertas, informatika, dan transportasi. Pesatnya perkembangan penelitian dan aplikasi nanoteknologi tersebut dapat dilihat dari sejumlah aspek, seperti anggaran penelitian, jumlah publikasi dan paten, jumlah produk komersial, nilai ekonomi pasar, serta jumlah tenaga kerja yang terlibat.

Jumlah produk Nanomaterial di seluruh dunia hingga tahun 2022, sebagaimana dilansir oleh statnano.com mencapai 10.168 produk dengan 1.390 jenis, yang diproduksi oleh 3.264 perusahaan dari 64 negara. Pada tahun 2008 anggaran yang dihabiskan untuk penelitian dan pengembangan nanoteknologi di seluruh dunia mencapai lebih dari US\$15

miliar.

Publikasi dan paten yang dihasilkan mencapai hingga 2.040.200 artikel dan 229.744 paten. Pada sisi ekonomi, penelitian, dan aplikasi nanoteknologi diperkirakan akan membuka pasar industri bernilai multimiliar dolar dan diperkirakan mencapai minimal US\$3 triliun terhadap seluruh ekonomi global pada tahun 2020, dan industri nanoteknologi di seluruh dunia mungkin membutuhkan setidaknya 6 juta pekerja untuk mendukungnya pada akhir dekade ini.

Ilmuwan dan *stakeholder* industri telah mengidentifikasi potensi penggunaan teknologi nano dalam setiap penghantar vaksin, deteksi hewan dan tanaman patogen, rekayasa genetika, pengolahan pangan (misalnya, enkapsulasi penguat *flavor* atau bau, perbaikan tekstur atau peningkatan kualitas pangan, zat gelas atau pengental yang baru), kemasan pangan (misalnya, sensor kebusukan, sensor gas, perangkat anti pemalsuan, proteksi ultraviolet, dan lapisan polimer yang lebih kedap dan lebih kuat), hingga suplemen gizi (misalnya, nutrasetikal [pangan yang mengandung aditif pemberi kesehatan dan mempunyai manfaat pengobatan] dengan stabilitas dan bioavailabilitas lebih tinggi). Akan tetapi, area paling aktif dari penelitian dan pengembangan ilmu nano pangan adalah kemasan. Pasar kemasan nano untuk makanan dan minuman dunia adalah sebesar US\$6,5 miliar pada tahun 2013 dan diperkirakan akan tumbuh 12,70% per tahun antara tahun 2014 sampai dengan 2020 dan mencapai US\$15 miliar pada akhir tahun 2020.

Perkembangan ilmu dan nanoteknologi yang pesat merupakan tantangan dan peluang bagi suatu negara untuk ikut berperan atau berkontribusi dalam pasar dunia. Di Indonesia, nanoteknologi telah diterapkan ke dalam berbagai bidang antara lain yaitu industri pangan fungsional, kosmetik, farmasi, produk suplemen kesehatan berbasis herbal serta kemasan, meskipun dalam skala yang terbatas. Dalam rangka mendukung pengembangan industri nanoteknologi di Indonesia, lebih spesifik lagi di bidang rekayasa Nanomaterial, maka selain diperlukan sarana-prasarana pendukung juga perlu penyiapan Sumber Daya Manusia (SDM) yang kompeten di bidang tersebut.

Berdasarkan RIPIN, sasaran pembangunan tenaga kerja industri adalah meningkatnya penyerapan tenaga kerja industri rata-rata sebesar 3,2 persen per tahun selama periode 2015-2035 dengan komposisi tenaga kerja manajerial sebesar 12% (dua belas persen) dan tenaga kerja teknis sebesar 88% (delapan puluh delapan persen). Untuk memenuhi kebutuhan SDM industri yang mempunyai kompetensi di bidang rekayasa Nanomaterial, maka diperlukan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) bidang rekayasa Nanomaterial sebagai landasan utama dalam sistem pengembangan SDM industri.

Proses perumusan standar kompetensi pada bidang rekayasa Nanomaterial diawali dengan penyusunan peta kompetensi di industri yang telah menerapkan nanoteknologi atau mengaplikasikan Nanomaterial untuk menghasilkan produk tertentu, yang berupa produk pangan fungsional, farmasi, maupun kemasan, baik dalam lingkup riset maupun komersial. Penyusunan peta kompetensi dilakukan berdasarkan data empiris yang diperoleh melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) maupun diskusi dengan industri dan asosiasi yang terkait.

Klasifikasi Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial adalah berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 2 Tahun 2020 tentang Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia, adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial

KLASIFIKASI	KODE	JUDUL
Kategori	M	Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis
Golongan Pokok	72	Penelitian Dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan
Bidang Industri	NTP	Nanomaterial dan Nanoteknologi
Area Pekerjaan	01	Sintesis Nanomaterial
	02	Karakterisasi Nanomaterial

B. Pengertian

1. Adsorpsi adalah proses atau kemampuan suatu bahan untuk memegang atau mengonsentrasikan gas, cairan, atau zat terlarut pada permukaannya secara adhesif; penyerapan.
2. *Aging* adalah proses pematangan gel yang terbentuk setelah reaksi hidrolisis dan kondensasi, yang merupakan reaksi pembentukan jaringan gel yang lebih kaku, kuat, dan menyusut dalam larutan.
3. Asam adalah molekul atau ion yang dapat memberikan proton (ion hidrogen H^+).
4. Basa adalah molekul atau ion yang dapat menerima proton (ion hidrogen H^+).
5. Basis set adalah deskripsi matematis dari orbital dalam sistem yang digunakan untuk melakukan perhitungan mekanika kuantum, yang merupakan kombinasi linier fungsi gaussian yang membentuk orbital.
6. Larutan Blanko adalah larutan/bahan acuan yang tidak mengandung senyawa analit yang diukur dan digunakan untuk menentukan titik nol pengukuran relatif.
7. *Crosslinking agent* adalah bahan yang menyatukan rantai yang berdekatan dari suatu molekul yang kompleks seperti polimer.
8. Deposisi adalah perubahan fase saat gas berubah menjadi padat tanpa melewati fase cair.
9. Desorpsi adalah peristiwa pelepasan molekul, ion, dan sebagainya dari permukaan zat padat.
10. Elektrolit adalah senyawa yang larutannya merupakan penghantar arus listrik.
11. Endapan adalah sesuatu yang bercampur dengan barang cair yang telah turun ke bawah dan bertimbun di dasar.
12. Entalpi adalah energi kalor yang dikandung suatu zat disebabkan oleh getaran atau rotasi dari atom ion atau molekul.
13. Endoterm adalah proses yang bersifat menyerap kalor.
14. Eksoterm adalah proses yang bersifat melepaskan kalor.
15. *Fluence* adalah energi per satuan luas.
16. Gel adalah salah satu jenis koloid, dengan fasa terdispersi cairan dan medium pendispersi padatan dan bersifat sangat kental sehingga berbentuk semi solid yang lunak.
17. *Gelling agent* adalah bahan yang digunakan sebagai pembentuk gel.
18. Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang selanjutnya disingkat K3 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.
19. Kalsinasi adalah proses pemanasan suatu benda hingga

- temperaturnya tinggi, tetapi masih di bawah titik lebur untuk menghilangkan kandungan material yang dapat menguap.
20. Kelarutan adalah jumlah maksimal partikel padatan yang dapat larut dalam suatu pelarut tertentu.
 21. Kinetika adalah cabang pengetahuan kimia fisika tentang laju dan mekanisme reaksi.
 22. Koloid adalah campuran homogen yang terdiri atas molekul besar atau partikel ultramikroskopik dari suatu zat yang terdispersi dalam medium pendispersi, tidak mengendap dan tidak dapat dipisahkan dengan penyaringan biasa atau *centrifuge* seperti pada *suspense*.
 23. Komposit adalah material yang tersusun atas campuran dua atau lebih material dengan sifat kimia dan fisika berbeda, dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material penyusunnya.
 24. Komputasi kimia adalah metode perhitungan yang menggunakan hasil kimia teori yang diterjemahkan ke dalam program komputer untuk menghitung sifat-sifat molekul dan perubahannya serta melakukan simulasi terhadap sistem-sistem besar (seperti gas, cairan, padatan dan kristal cair).
 25. Konstanta adalah suatu bilangan tunggal yang nilainya tetap atau tidak mengalami perubahan.
 26. Kristalinitas adalah derajat keteraturan struktural yang terdiri dari kisi kristal dalam suatu benda padat.
 27. Laju alir adalah volume zat alir melalui tampang lintang pipa, talang, saluran, lubang, atau serat per satuan waktu, laju volume, laju luah, atau debit.
 28. *Laser ablation* adalah metode memecah suatu bagian material untuk membuat fitur mikro menggunakan sinar laser.
 29. Metode uji adalah kelompok teknik analisis berdasarkan kesamaan jenis peralatan yang digunakan hasil adaptasi teknik ke bentuk yang bisa digunakan untuk melaksanakan pengujian.
 30. *Microwave* adalah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 1 milimeter sampai 1 meter dan berfrekuensi antara 300 megahertz sampai 300 gigahertz.
 31. Mikroorganisme adalah makhluk hidup sederhana yang terbentuk dari satu atau beberapa sel yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop, berupa tumbuhan atau hewan yang biasanya hidup secara parasit atau saprofit.
 32. Mol adalah kuantitas dari senyawa atau unsur yang mempunyai bobot dalam gram sama dengan bobot molekul; gram molekul.
 33. Molar adalah kuantitas yang menunjukkan jumlah mol suatu molekul zat terlarut dalam satu liter larutan.
 34. Molekul adalah bagian terkecil senyawa yang terbentuk dari kumpulan atom yang terikat secara kimia.
 35. *Molecular descriptor* adalah representasi matematis dari sifat Molekul yang dihasilkan oleh algoritma.
 36. *Material Safety Data Sheets* (MSDS) adalah kumpulan data mengenai sifat-sifat bahaya bahan kimia dan cara menanganinya agar aman.
 37. *Nanobubble* adalah material berukuran nano yang dibuat dengan memasukkan udara/gas ke dalam cairan.
 38. Nanomaterial adalah material yang memiliki ukuran partikel rata-rata antara 1 hingga 100 nanometer, atau hingga 1000 nanometer jika memiliki karakteristik yang sama dengan material dengan rentang ukuran 1-100 nanometer.
 39. Nanopartikel adalah partikel mikroskopis, terutama Molekul tunggal,

- yang berdimensi nanometer.
40. Oksidasi adalah pelepasan elektron oleh sebuah Molekul, atom, atau ion.
 41. Peleburan adalah proses perubahan fasa dari padatan menjadi cairan.
 42. Pemisahan adalah proses untuk memisahkan suatu analit dalam matriks tertentu.
 43. Peralatan gelas atau *glassware* adalah semua peralatan yang terbuat dari gelas (umumnya kaca *pirex*) yang digunakan di laboratorium kimia, mencakup antara lain gelas piala, *erlenmeyer*, gelas ukur, tabung reaksi, buret, corong dan pengaduk gelas.
 44. Pereaksi adalah bahan kimia pada tingkat kemurnian yang tinggi yang digunakan untuk mereaksikan sampel agar analit bisa diukur tanpa mengalami gangguan dari spesi lain (terukur secara selektif).
 45. *Polydispersity Index* yang selanjutnya disingkat PDI adalah distribusi berat Molekul dan ukuran partikel.
 46. Polimer adalah zat yang dihasilkan dengan cara polimerisasi dari Molekul yang sangat banyak dengan satuan struktur berantai panjang, baik lurus, bercabang, maupun menyilang yang berulang, misalnya plastik, serat, karet, dan jaringan tubuh manusia.
 47. Pori adalah lubang (liang) renik pada kulit atau rongga kecil-kecil pada benda padat.
 48. Prekursor adalah bahan atau senyawa yang menjadi pembentuk bahan atau senyawa lain.
 49. Presipitasi adalah proses pengendapan, baik dari dalam larutan maupun dari udara permukaan ke permukaan bumi.
 50. Reaktor dalam suatu reaksi kimia adalah wadah atau bejana tempat reaktan bereaksi.
 51. Reaksi kimia adalah perubahan materi yang menyangkut struktur dalam Molekul suatu zat.
 52. Redoks adalah reaksi kimia yang terdiri dari oksidasi dan Reduksi, yang melibatkan transfer elektron ke atom atau ke Molekul lain.
 53. Reduksi adalah penambahan elektron oleh sebuah Molekul, atom, atau ion.
 54. Rendemen adalah perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku.
 55. Sampel adalah cuplikan atau bagian yang memiliki komposisi yang dipertahankan tetap sama dengan suatu populasi yang berjumlah jauh lebih besar.
 56. Senyawa adalah zat murni dan homogen yang terdiri atas dua unsur atau lebih yang berbeda dengan perbandingan tertentu, biasanya sifatnya sangat berbeda dari sifat unsur-unsurnya; senyawaan.
 57. Sifat optis adalah sifat yang berhubungan dengan interaksi antara zat dengan cahaya/radiasi.
 58. Sinar ultraviolet (UV) adalah sinar (radiasi gelombang elektromagnetik) dengan panjang gelombang lebih pendek dari sinar tampak (yaitu 200-400 nm).
 59. Sinar-X atau sinar *rontgent* adalah sinar berenergi tinggi yang dihasilkan dari perlambatan elektron cepat atau dari transisi elektron di kulit atom bagian dalam dengan panjang gelombang.
 60. Sintesis adalah reaksi kimia antara dua atau lebih zat membentuk satu zat baru.
 61. Sol adalah salah satu jenis koloid yang mengandung zat terdispersi berupa padatan dan medium pendispersi berupa cairan.
 62. Spektrofotometer adalah instrumen yang digunakan untuk analisis kimia, yang bekerja berdasarkan interaksi sinar monokromatis dengan

- analit tertentu.
63. Spektrofotometri adalah metode analisis menggunakan spektrofotometer dan membahas secara kuantitatif spektrum elektromagnetik.
 64. Spektrum adalah pita yang lebar atau garis atau puncak yang tajam yang menggambarkan absorbansi atau transmitansi atau jenis interaksi lainnya sebagai fungsi panjang gelombang.
 65. *Spreadsheet* adalah *software* atau program aplikasi yang berupa lembar kerja elektronik yang didesain untuk keperluan pengolahan data.
 66. Struktur adalah penataan spasial ikatan kimia antar atom dalam Molekul yang menggambarkan keterikatan suatu atom dengan atom lain, termasuk bentuk geometri Molekul.
 67. Substrat adalah material yang akan dilapisi dalam sintesis Nanopartikel fasa padat.
 68. Suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap temperatur; panas dan dingin, diukur dengan termometer.
 69. Suspensi adalah campuran heterogen dari zat cair dan zat padat, dengan ukuran partikel terdispersi lebih dari 100 nm.
 70. Ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh telinga manusia, yaitu kira-kira di atas 20 kilohertz.

C. Penggunaan SKKNI

Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Bidang Rekayasa Nanomaterial pada dasarnya dibutuhkan oleh beberapa lembaga/ institusi yang berkaitan dengan pengembangan sumber daya manusia, sesuai dengan kebutuhan masing-masing:

1. Untuk institusi pelaksana pendidikan dan pelatihan
 - a. Sebagai acuan untuk menentukan isi dari suatu paket pembelajaran atau pelatihan.
 - b. Sebagai acuan untuk menyusun kurikulum, bahan ajar, dan metode pendidikan.
 - c. Sebagai acuan dalam penyelenggaraan pelatihan, penilaian, dan sertifikasi.
2. Untuk dunia usaha/industri dan penggunaan tenaga kerja
 - a. Membantu penyediaan tenaga kerja/rekrutmen.
 - b. Membantu dalam mengembangkan program pelatihan yang spesifik berdasarkan kebutuhan dan sejalan dengan tuntutan internasional.
 - c. Membantu dalam menyusun uraian jabatan.
 - d. Menyediakan kriteria dasar untuk penilaian unjuk kerja.
3. Untuk institusi penyelenggara pengujian dan sertifikasi
 - a. Sebagai acuan dalam menyusun paket-paket sertifikasi sesuai dengan kualifikasi dan levelnya.
 - b. Sebagai acuan dalam menyusun materi uji kompetensi yang akan digunakan untuk menguji unit-unit kompetensi yang berhubungan dengan rekayasa Nanomaterial.
 - c. Sebagai acuan dalam penyelenggaraan pelatihan, penilaian dan sertifikasi.

D. Komite Standar Kompetensi

Komite Standar Kompetensi Sektor Industri Kementerian Perindustrian dibentuk berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 1456 Tahun 2019 tanggal 9 September 2019. Susunan Komite Standar

Kompetensi Sektor Industri Kementerian Perindustrian sebagaimana Tabel 2 berikut.

NO.	NAMA	INSTANSI/LEMBAGA	JABATAN DALAM TIM
1	2	3	4
1.	Sekretaris Jenderal	Kementerian Perindustrian	Pengarah
2.	Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Industri	Kementerian Perindustrian	Pengarah
3.	Direktur Jenderal Industri Kimia, Farmasi, dan Tekstil	Kementerian Perindustrian	Pengarah
4.	Direktur Jenderal Industri Agro	Kementerian Perindustrian	Pengarah
5.	Direktur Jenderal Industri Logam Mesin, Alat Transportasi, dan Elektronika	Kementerian Perindustrian	Pengarah
6.	Direktur Jenderal Industri Kecil, Menengah, dan Aneka	Kementerian Perindustrian	Pengarah
7.	Direktur Jenderal Ketahanan, Perwilayahan, dan Akses Industri Internasional	Kementerian Perindustrian	Pengarah
8.	Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri	Kementerian Perindustrian	Ketua
9.	Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Industri	Kementerian Perindustrian	Sekretaris
10.	Kepala Biro Hukum	Kementerian Perindustrian	Sekretaris
11.	Sekretaris Direktorat Jenderal Industri Agro	Kementerian Perindustrian	Anggota
12.	Direktur Industri Hasil Hutan dan Perkebunan	Kementerian Perindustrian	Anggota
13.	Direktur Industri Makanan, Hasil Laut, dan Perikanan	Kementerian Perindustrian	Anggota
14.	Direktur Industri Minuman, Hasil Tembakau, dan Bahan Penyegar	Kementerian Perindustrian	Anggota
15.	Sekretaris Direktorat Jenderal Industri Kimia, Farmasi, dan Tekstil	Kementerian Perindustrian	Anggota
16.	Direktur Industri Kimia Hulu	Kementerian Perindustrian	Anggota
17.	Direktur Industri Kimia Hilir dan Farmasi	Kementerian Perindustrian	Anggota
18.	Direktur Industri Semen, Keramik, dan Bahan Galian Nonlogam	Kementerian Perindustrian	Anggota

NO.	NAMA	INSTANSI/LEMBAGA	JABATAN DALAM TIM
1	2	3	4
19.	Direktur Industri Tekstil, Kulit, dan Alas Kaki	Kementerian Perindustrian	Anggota
20.	Sekretaris Direktorat Jenderal Industri Logam, Mesin, Alat Transportasi, dan Elektronika	Kementerian Perindustrian	Anggota
21.	Direktur Industri Logam	Kementerian Perindustrian	Anggota
22.	Direktur Industri Permesinan dan Alat Mesin Pertanian	Kementerian Perindustrian	Anggota
23.	Direktur Industri Maritim, Alat Transportasi, dan Alat Pertahanan	Kementerian Perindustrian	Anggota
24.	Direktur Industri Elektronika dan Telematika	Kementerian Perindustrian	Anggota
25.	Direktur Jenderal Industri Kecil, Menengah dan Aneka	Kementerian Perindustrian	Anggota
26.	Sekretaris Direktorat Jenderal Industri Kecil, Menengah, dan Aneka	Kementerian Perindustrian	Anggota
27.	Direktur Industri Kecil dan Menengah Pangan, Barang dari Kayu, dan Furnitur	Kementerian Perindustrian	Anggota
28.	Direktur Industri Kecil dan Menengah Kimia, Sandang, Kerajinan, dan Industri Aneka	Kementerian Perindustrian	Anggota
29.	Direktur Industri Kecil dan Menengah Logam, Mesin, Elektronika, dan Alat Angkut	Kementerian Perindustrian	Anggota
30.	Sekretaris Direktorat Jenderal Ketahanan, Perwilayahan, dan Akses Industri Internasional	Kementerian Perindustrian	Anggota
31.	Direktur Akses Sumber Daya Industri dan Promosi Internasional	Kementerian Perindustrian	Anggota

Susunan tim perumus dibentuk berdasarkan Keputusan Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri selaku Ketua Komite Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Sektor Industri Kementerian Perindustrian Nomor 295 Tahun 2022 tanggal 8 November 2022 tentang Tim Perumus Rancangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Bidang Rekayasa Nanomaterial, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Susunan Tim Perumus SKKNI Bidang Rekayasa Nanomaterial

NO.	NAMA	INSTANSI/LEMBAGA	JABATAN DALAM TIM
1	2	3	4
1.	Dr. Foliatini, M.Si.	Politeknik AKA Bogor	Ketua
2.	Hanafi, M.Si.	Politeknik AKA Bogor	Anggota
3.	Dr. Supriyono, M.Si.	Politeknik AKA Bogor	Anggota
4.	Dr. Moh Hayat, M.Si.	Politeknik AKA Bogor	Anggota
5.	Imas Solihat, S.T., M.Si.	Politeknik AKA Bogor	Sekretaris
6.	Gina Maulia, M.Si.	Politeknik AKA Bogor	Anggota
7.	Adya Rizky Pradipta, M.Sc.	Politeknik AKA Bogor	Anggota
8.	Prof. Dr. Nurul Taufiqu Rochman, M.Eng.	PT Nanotech Indonesia Global	Anggota
9.	Prof. Dr Wisnu Ari Adi, M.Si.	BRIN	Anggota
10.	Dr. Ir. Sri Yuliani, M.T.	BRIN	Anggota
11.	Dr. Etik Mardiyati, M.Eng.	PT Nanoherbaltama	Anggota
12.	Fajar AD Budiyono	Asosiasi Industri Olefin, Aromatik, dan Plastik Indonesia (INAPLAS)	Anggota
13.	Teguh Maianto, S.E., M.M.	Packaging Development Federation (PDF)	Anggota

Susunan tim verifikasi dibentuk berdasarkan Keputusan Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri selaku Ketua Komite Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Sektor Industri Kementerian Perindustrian Nomor 296 Tahun 2022 tanggal 8 November 2022 tentang Tim Verifikasi Rancangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Bidang Rekayasa Nanomaterial, yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Susunan Tim Verifikasi SKKNI Bidang Rekayasa Nanomaterial

NO.	NAMA	INSTANSI/LEMBAGA	JABATAN DALAM TIM
1	2	3	4
1.	Henny Rochaeni, M.Pd.	Politeknik AKA Bogor	Ketua
2.	Dra. Inda Mapiliandari, M.Si.	Politeknik AKA Bogor	Anggota
3.	Muhammad Fajri	Pusdiklat SDM Industri	Anggota
4.	Irmaduta Fahmiari	Pusdiklat SDM Industri	Anggota

BAB II
STANDAR KOMPETENSI KERJA NASIONAL INDONESIA

A. Pemetaan Standar Kompetensi

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
Meningkatkan <i>material performance</i> melalui rekayasa Nanomaterial	Melaksanakan sintesis Nanomaterial	Merancang proses sintesis Nanomaterial	Menentukan karakteristik produk Nanomaterial yang akan dibuat
			Mendesain struktur Nanomaterial menggunakan pemodelan Molekul secara komputasi
			Memilih metode sintesis Nanomaterial
			Mendesain proses sintesis Nanomaterial
		Melaksanakan sintesis Nanomaterial <i>bottom-up</i>	Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Reduksi kimia
			Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode gelasi ionik
			Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode sol-gel
			Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Deposisi
			Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Presipitasi
			Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode <i>electrospinning</i>

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
		Melaksanakan sintesis Nanomaterial <i>top-down</i>	Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan teknik <i>milling</i>
			Melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan <i>Laser ablation</i>
			Melaksanakan sintesis Nanomaterial menggunakan proses homogenisasi
			Melaksanakan sintesis gelembung nano (<i>nanobubble</i>)
	Melaksanakan karakterisasi Nanomaterial	Melaksanakan analisis ukuran dan mikro atau nanostruktur	Melaksanakan analisis ukuran dan distribusi Nanopartikel menggunakan <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)
			Melaksanakan analisis morfologi menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)
			Melaksanakan analisis morfologi menggunakan <i>Transmission Electron Microscope</i> (TEM)
			Melaksanakan analisis topografi menggunakan <i>Atomic Force Microscope</i> (AFM)
			Melaksanakan analisis Kristalinitas secara <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC)

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
			Melaksanakan analisis Kristalinitas secara <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)
			Melaksanakan analisis Kristalinitas secara <i>Selected Area Electron Diffraction</i> (SAED)
		Melaksanakan analisis optis, mekanis dan termal Nanomaterial	Melaksanakan analisis sifat termal secara <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC)
			Melaksanakan analisis mekanis menggunakan <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)*
			Melaksanakan analisis sifat optis secara Spektrofotometri <i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis)
		Melaksanakan analisis kimia Nanomaterial	Melaksanakan analisis komposisi menggunakan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)
			Melaksanakan analisis komposisi menggunakan <i>Scanning Electron Microscope with Electron Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)
			Melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)
			Melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman

TUJUAN UTAMA	FUNGSI KUNCI	FUNGSI UTAMA	FUNGSI DASAR
		Melaksanakan analisis permukaan	Melaksanakan analisis luas permukaan menggunakan <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA)
			Melaksanakan analisis pori menggunakan <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA)

*unit kompetensi mengacu pada SKKNI Nomor 125 Tahun 2016 tentang Penetapan SKKNI Bidang Industri Pokok Polimer kode unit C.222930.022.01.

B. Daftar Unit Kompetensi

No	Kode unit	Judul Unit Kompetensi
1.	M.72NTP01.001.1	Menentukan Karakteristik Produk Nanomaterial yang Akan Dibuat
2.	M.72NTP01.002.1	Mendesain Struktur Nanomaterial Menggunakan Pemodelan Molekul secara Komputasi
3.	M.72NTP01.003.1	Memilih Metode Sintesis Nanomaterial
4.	M.72NTP01.004.1	Mendesain Proses Sintesis Nanomaterial
5.	M.72NTP01.005.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Reduksi Kimia
6.	M.72NTP01.006.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Gelasi Ionik
7.	M.72NTP01.007.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Sol-Gel
8.	M.72NTP01.008.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Deposisi
9.	M.72NTP01.009.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Presipitasi
10.	M.72NTP01.010.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode <i>Electrospinning</i>
11.	M.72NTP01.011.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Teknik <i>Milling</i>
12.	M.72NTP01.012.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan <i>Laser ablation</i>
13.	M.72NTP01.013.1	Melaksanakan Sintesis Nanomaterial Menggunakan Proses Homogenisasi
14.	M.72NTP01.014.1	Melaksanakan Sintesis Gelembung Nano (<i>Nanobubble</i>)
15.	M.72NTP02.001.1	Melaksanakan Analisis Ukuran dan Distribusi Nanopartikel Menggunakan <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)
16.	M.72NTP02.002.1	Melaksanakan Analisis Morfologi Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)
17.	M.72NTP02.003.1	Melaksanakan Analisis Morfologi Menggunakan <i>Transmission Electron Microscope</i> (TEM)

No	Kode unit	Judul Unit Kompetensi
18.	M.72NTP02.004.1	Melaksanakan Analisis Topografi Menggunakan <i>Atomic Force Microscope</i> (AFM)
19.	M.72NTP02.005.1	Melaksanakan Analisis Kristalinitas secara <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC)
20.	M.72NTP02.006.1	Melaksanakan Analisis Kristalinitas secara <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)
21.	M.72NTP02.007.1	Melaksanakan Analisis Kristalinitas secara <i>Selected Area Electron Diffraction</i> (SAED)
22.	M.72NTP02.008.1	Melaksanakan Analisis Sifat Termal secara <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC)
23.	M.72NTP02.009.1	Melaksanakan Analisis Sifat Optis secara Spektrofotometri <i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis)
24.	M.72NTP02.010.1	Melaksanakan Analisis Komposisi Menggunakan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)
25.	M.72NTP02.011.1	Melaksanakan Analisis Komposisi Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope with Electron Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)
26.	M.72NTP02.012.1	Melaksanakan Analisis Interaksi Antar Molekul secara Spektrofotometri <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)
27.	M.72NTP02.013.1	Melaksanakan Analisis Interaksi Antar Molekul secara Spektrofotometri Raman
28.	M.72NTP02.014.1	Melaksanakan Analisis Luas Permukaan Menggunakan <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA)
29.	M.72NTP02.015.1	Melaksanakan Analisis Pori Menggunakan <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA)

C. Uraian Unit Kompetensi

KODE UNIT : M.72NTP01.001.1

JUDUL UNIT : Menentukan Karakteristik Produk Nanomaterial yang Akan Dibuat

DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam menentukan karakteristik produk yang akan dibuat.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Mengidentifikasi karakteristik produk Nanomaterial dan pengguna	1.1 Karakteristik bahan baku dan peralatan diidentifikasi. 1.2 Sifat dan komposisi bahan baku diidentifikasi sesuai dengan karakteristik produk Nanomaterial. 1.3 Karakteristik produk Nanomaterial diidentifikasi dengan peralatan yang sesuai. 1.4 Karakteristik target pengguna produk Nanomaterial diidentifikasi. 1.5 Customer requirement diidentifikasi. 1.6 Metode survei pasar diidentifikasi.
2. Melakukan pengembangan produk Nanomaterial secara internal atau eksternal	2.1 Data mengenai produk Nanomaterial diidentifikasi. 2.2 Kajian pustaka mengenai produk Nanomaterial dikumpulkan. 2.3 Survei pasar dilakukan sesuai dengan metode yang sesuai dan berdasarkan kebutuhan pembuatan produk Nanomaterial. 2.4 Informasi mengenai karakteristik target pengguna diidentifikasi berdasarkan latar belakang ekonomi, industri dan gaya hidup.
3. Menetapkan karakteristik produk Nanomaterial	3.1 Karakteristik produk Nanomaterial disusun sesuai hasil survei pasar dan/atau <i>customer requirement</i> . 3.2 Karakteristik produk Nanomaterial dibandingkan kesesuaiannya dengan <i>customer requirement</i> .

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan dan menetapkan karakteristik produk Nanomaterial yang akan dibuat.
 - 1.2 Karakteristik bahan baku meliputi namun tidak terbatas pada bahan organik dan anorganik, bentuk murni, unsur, senyawa, dan komposit.
 - 1.3 Karakteristik produk meliputi ukuran, struktur, sifat fisika, sifat kimia, sifat optis, dan sifat permukaan.
 - 1.4 Karakteristik target pengguna meliputi namun tidak terbatas pada industri berbasis nanoteknologi.
 - 1.5 *Customer requirement* meliputi namun tidak terbatas pada sifat produk akhir, jenis *customer* (tradisional dan modern) dan harga produk.

- 1.6 Data meliputi namun tidak terbatas pada bahan baku, metode, teknologi, lingkungan, dan biaya.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Data referensi produk Nanomaterial
 - 2.1.2 Data *customer requirement*
 - 2.1.3 Data hasil pengujian spesifikasi bahan baku
 - 2.1.4 Alat pengolah data
 - 2.1.5 Katalog peralatan sintesis dan karakterisasi produk Nanomaterial
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat cetak data
 - 2.2.3 *Scanner*
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam menentukan karakteristik produk Nanomaterial yang akan dibuat.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 *Chemical properties* bahan baku
 - 3.1.2 *Physical properties* bahan baku
 - 3.1.3 Metode sintesis dan karakterisasi produk Nanomaterial
 - 3.1.4 Penjaminan mutu bahan baku
 - 3.1.5 Pengelolaan limbah hasil proses produksi
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Mengidentifikasi data yang relevan
 - 3.2.2 Membuat *flowchart*
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat

5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam melakukan survei pasar sesuai dengan metode yang sesuai dan berdasarkan kebutuhan pembuatan produk Nanomaterial
 - 5.2 Kecermatan dan ketelitian dalam menyusun karakteristik produk Nanomaterial sesuai hasil survei pasar dan/atau *customer requirement*

KODE UNIT : M.72NTP01.002.1
JUDUL UNIT : Mendesain Struktur Nanomaterial Menggunakan Pemodelan Molekul Secara Komputasi
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam mendesain struktur Nanomaterial menggunakan pemodelan Molekul secara komputasi.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan pemodelan Molekul secara komputasi	1.1 Metode komputasi kimia diidentifikasi. 1.2 Model perhitungan berupa Basis set diidentifikasi. 1.3 Molecular descriptor diidentifikasi. 1.4 <i>Software</i> pengolah data komputasi diidentifikasi. 1.5 Struktur Molekul target diidentifikasi. 1.6 Energi interaksi dan parameter lainnya diidentifikasi. 1.7 Peta interaksi antar Molekul diidentifikasi.
2. Melaksanakan pemodelan Molekul secara komputasi	2.1 Metode komputasi kimia dipilih sesuai dengan kapabilitas metode dan kebutuhan pemodelan Molekul. 2.2 Basis set dipilih sesuai karakteristik struktur Molekul yang dianalisis. 2.3 Optimisasi geometri Molekul dilakukan sesuai metode dan Basis set yang dipilih. 2.4 Simulasi Molekul dijalankan menggunakan metode dan Basis set yang dipilih.
3. Menginterpretasi data hasil perhitungan pemodelan Molekul secara komputasi	3.1 Energi interaksi atau parameter optimum diidentifikasi berdasarkan persamaan matematis yang digunakan. 3.2 Struktur dengan aktivitas paling tinggi dipilih berdasarkan nilai parameter optimum. 3.3 Rekomendasi pemodelan Molekul dibuat berdasarkan hasil perhitungan aktivitas struktur.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan pemodelan Molekul secara komputasi, melaksanakan pemodelan Molekul secara komputasi, dan menginterpretasikan data hasil perhitungan pemodelan Molekul secara komputasi dalam lingkup mendesain struktur Nanomaterial menggunakan pemodelan Molekul secara komputasi.
 - 1.2 Metode komputasi kimia meliputi namun tidak terbatas pada metode *molecular dynamic*, *molecular docking*, *Quantitative Structure Activity Relationship* (QSAR), dan *Quantitative Structure Property Relationships* (QSPR).

- 1.3 Basis set meliputi namun tidak terbatas pada *Slater-type orbital*, *Gaussian-type orbital*, *double zeta*, *diffuse double zeta*, *polarized double zeta*.
 - 1.4 *Molecular descriptor* meliputi namun tidak terbatas pada berat Molekul, polarisabilitas, elektronegativitas, muatan, jenis atom, jenis ikatan, dan lipofilisitas.
 - 1.5 Molekul target meliputi namun tidak terbatas pada protein, ligan, Polimer, dan senyawa makromolekul bioaktif.
 - 1.6 Parameter lainnya meliputi namun tidak terbatas pada parameter ikatan yaitu panjang ikatan dan sudut ikatan.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Komputer
 - 2.1.2 Server
 - 2.1.3 *Software* komputasi kimia
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam mendesain struktur Nanomaterial menggunakan pemodelan Molekul secara komputasi.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Kimia kuantum, mencakup pendekatan Born- Oppenheimer, metode semi empiris, *density functional theory*, perhitungan Hartree-Fock dan Post Hartree-Fock, metode Monte Carlo, metode *coupled cluster*, *molecular dynamic*
 - 3.1.2 Kristalografi dan struktur senyawa
 - 3.1.3 Unsur dan ikatan kimia
 - 3.1.4 Interaksi antara Molekul
 - 3.1.5 Energi interaksi
 - 3.1.6 Sifat fisika dan kimia Molekul

- 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan *software* pengolah data
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan memilih metode komputasi kimia sesuai dengan kapabilitas metode dan kebutuhan pemodelan Molekul
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam memilih Basis set sesuai karakteristik struktur Molekul yang dianalisis
 - 5.3 Ketelitian dan kecermatan dalam membuat rekomendasi pemodelan Molekul berdasarkan hasil perhitungan aktivitas struktur

KODE UNIT : M.72NTP01.003.1
JUDUL UNIT : Memilih Metode Sintesis Nanomaterial
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam memilih metode sintesis Nanomaterial.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pemilihan metode sintesis Nanomaterial	1.1 Jenis dan aplikasi Nanomaterial diidentifikasi. 1.2 Sifat fisika, kimia, dan mikrobiologi Nanomaterial diidentifikasi. 1.3 Metode sintesis Nanomaterial diidentifikasi. 1.4 Kebutuhan karakteristik produk Nanomaterial diidentifikasi. 1.5 Kebutuhan internal dan/atau <i>customer requirement</i> diidentifikasi.
2. Menentukan metode sintesis yang paling efisien dan efektif	2.1 Aplikasi dan karakteristik produk berbasis Nanomaterial yang akan diidentifikasi sesuai kebutuhan dan/atau <i>customer requirement</i> . 2.2 Sifat fisika, kimia, dan mikrobiologi Nanomaterial diklasifikasi sesuai dengan jenis aplikasi dan karakteristik Nanomaterial. 2.3 Metode sintesis diklasifikasi berdasarkan kesesuaian dengan persyaratan jenis, sifat fisika, dan kimia Nanomaterial. 2.4 Kelebihan dan kekurangan metode sintesis diklasifikasi berdasarkan efisiensi, efektivitas, produktivitas dan faktor lain yang relevan. 2.5 Metode sintesis yang akan digunakan dipilih berdasarkan pertimbangan efisiensi, efektivitas, dan faktor lain yang relevan.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan pemilihan metode sintesis Nanomaterial dan memilih metode sintesis yang paling efisien dan efektif dalam lingkup memilih metode sintesis Nanomaterial.
 - 1.2 Jenis Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada Nanopartikel karbon, logam, non logam, oksida, lipid, Polimer organik, Polimer anorganik.
 - 1.3 Aplikasi Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada aplikasi pangan, kemasan, farmasi, kosmetik, biomedis, katalis, energi, elektronik, pertanian, dan peternakan.
 - 1.4 Sifat fisika dan kimia meliputi namun tidak terbatas pada morfologi (ukuran, bentuk dan distribusi), topografi, Kristalinitas, kelarutan, potensial zeta, kestabilan, reaktivitas permukaan.
 - 1.5 Sifat mikrobiologi meliputi namun tidak terbatas pada toksisitas.
 - 1.6 Metode sintesis meliputi namun tidak terbatas pada metode konvensional dan modern, metode fisika dan kimia, yang dapat

- berupa metode *milling*, Reduksi, gelasi ionik, sol-gel, Presipitasi, Deposisi, homogenisasi, *Laser ablation*, *electrospinning*.
- 1.7 Karakteristik produk berbasis Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada sifat optis, sifat katalitik, bioaktivitas (sifat antioksidan dan antimikroba), sifat mekanis, sifat termal, konduktivitas, bioavailabilitas, sifat permukaan, dan sifat *barrier*.
 - 1.8 Efisiensi mencakup kebutuhan biaya yang rendah dan waktu proses yang singkat.
 - 1.9 Efektivitas dan produktivitas mencakup kapabilitas untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan karakteristik yang diharapkan.
 - 1.10 Faktor lainnya meliputi namun tidak terbatas pada ketersediaan bahan baku, kemudahan proses, toksisitas, degradabilitas, stabilitas.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Data internal dan *customer requirement*
 - 2.1.2 Komputer
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 *Printer*
 - 2.2.3 *Scanner*
 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam memilih metode sintesis Nanomaterial.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Reaksi kimia
 - 3.1.2 Nukleasi dan *growth* partikel
 - 3.1.3 Stabilisasi Nanopartikel
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Mengenali karakteristik reaksi kimia dan proses fisika yang terlibat dalam sintesis

4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dalam mengklasifikasi sifat fisika, kimia, dan mikrobiologi Nanomaterial sesuai dengan jenis aplikasi dan karakteristik Nanomaterial
 - 5.2 Ketelitian dalam mengklasifikasi kelebihan dan kekurangan metode sintesis berdasarkan efisiensi, efektivitas, produktivitas, dan faktor lain yang relevan

KODE UNIT : M.72NTP01.004.1
JUDUL UNIT : Mendesain Proses Sintesis Nanomaterial
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam mendesain proses sintesis Nanomaterial.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan desain proses sintesis Nanomaterial	1.1 Metode sintesis Nanomaterial diidentifikasi. 1.2 Karakteristik material prekursor, pereaksi, dan pendukung diidentifikasi. 1.3 Prinsip kerja padatan sintesis diidentifikasi. 1.4 Teknik reaksi atau pencampuran atau integrasi dengan material lain diidentifikasi. 1.5 Tahapan sintesis diidentifikasi. 1.6 Faktor yang berpengaruh terhadap sintesis Nanomaterial diidentifikasi.
2. Merancang jenis dan jumlah material prekursor, pereaksi dan/atau pendukung	2.1 Persyaratan material prekursor, pereaksi, dan pendukung diidentifikasi berdasarkan jenis metode sintesis yang dipilih. 2.2 Jenis material prekursor, pereaksi, dan/atau pendukung yang dibutuhkan untuk metode sintesis yang dipilih diklasifikasikan berdasarkan persyaratan sintesis. 2.3 Jenis material prekursor dipilih berdasarkan ketersediaan bahan baku, efisiensi, efektivitas, dan produktivitas sesuai dengan aplikasi yang dibutuhkan. 2.4 Jumlah material prekursor, pereaksi dan/atau pendukung lainnya ditentukan berdasarkan rasio optimum.
3. Merancang teknik reaksi atau pencampuran material atau integrasi dengan material lain	3.1 Karakteristik bahan baku diidentifikasi sesuai jenis material. 3.2 Teknik reaksi, pencampuran material atau integrasi dengan material lain diklasifikasikan berdasarkan kesesuaian dengan persyaratan jenis dan karakteristik material penyusun. 3.3 Teknik pencampuran material atau integrasi dengan material lain dipilih berdasarkan karakteristik produk yang ditargetkan.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
4. Merancang jenis peralatan sintesis	4.1 Peralatan sintesis diklasifikasikan berdasarkan jenis sintesis yang akan digunakan. 4.2 Kelebihan dan kelemahan peralatan sintesis diidentifikasi berdasarkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas. 4.3 Jenis peralatan sintesis dipilih berdasarkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas.
5. Merumuskan tahapan sintesis	5.1 Variasi tahapan sintesis diidentifikasi sesuai jenis metode sintesis. 5.2 Kelebihan dan kelemahan setiap tahapan sintesis diidentifikasi berdasarkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas. 5.3 Tahapan sintesis ditetapkan berdasarkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas. 5.4 Diagram alir proses sintesis disusun sesuai tahapan sintesis, jenis material dan peralatan yang digunakan.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk menyiapkan pelaksanaan desain proses sintesis Nanomaterial, menentukan jenis dan jumlah material prekursor, pereaksi dan/atau pendukung, memilih teknik pencampuran atau integrasi dengan material lain, memilih jenis peralatan sintesis dan menentukan tahapan sintesis dalam lingkup mendesain proses sintesis Nanomaterial.
 - 1.2 Metode sintesis meliputi namun tidak terbatas pada metode konvensional dan modern, metode fisika dan kimia, yang dapat berupa metode *milling*, Reduksi, gelas ionik, sol-gel, Presipitasi, Deposisi, homogenisasi, *Laser ablation*, *electrospinning*.
 - 1.3 Karakteristik material prekursor, pereaksi dan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada struktur kimia, sifat fisika (fasa, kelarutan) dan sifat kimia (kepolaran, hidrofilisitas, keasaman, reaktivitas, kestabilan, interaksi antar Molekul).
 - 1.4 Teknik reaksi atau pencampuran material meliputi namun tidak terbatas pada reaksi atau pencampuran konvensional dibantu pengadukan, sonikasi, vorteks, dan reaksi atau pencampuran menggunakan gelombang elektromagnetik (gamma, sinar X, UV, *Microwave*).
 - 1.5 Integrasi dengan material lain meliputi namun tidak terbatas pada interkalasi, impregnasi, dan eksfoliasi.
- 2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Komputer
 - 2.1.2 *Software* statistik
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 *Printer*
 - 2.2.3 *Scanner*

3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam mendesain proses sintesis Nanomaterial.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Sifat fisika dan kimia material
 - 3.1.2 Reaksi kimia
 - 3.1.3 Nukleasi, *growth* partikel dan *growth* mikroba
 - 3.1.4 Stabilisasi Nanopartikel
 - 3.1.5 Energi gelombang elektromagnetik
 - 3.1.6 Metode sintesis nanokomposit
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Mengidentifikasi peranan material pendukung dalam stabilisasi Nanopartikel
 - 3.2.2 Menghitung efisiensi proses sintesis
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam mengidentifikasi persyaratan material prekursor, pereaksi, dan pendukung berdasarkan jenis metode sintesis yang dipilih
 - 5.2 Kecermatan dan ketelitian dalam mengidentifikasi karakteristik bahan baku sesuai jenis material
 - 5.3 Kecermatan dan ketelitian dalam mengidentifikasi kelebihan dan kelemahan peralatan sintesis berdasarkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas
 - 5.4 Kecermatan dan ketelitian dalam mengidentifikasi kelebihan dan kelemahan setiap tahapan sintesis berdasarkan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas

KODE UNIT : M.72NTP01.005.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Reduksi Kimia
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Reduksi kimia.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode Reduksi kimia	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial dengan metode Reduksi kimia diidentifikasi. 1.2 Jenis, fungsi, dan kinerja alat sintesis diidentifikasi. 1.3 Jenis dan sifat prekursor, reduktor, dan bahan pendukung diidentifikasi. 1.4 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.5 Metode perhitungan Rendemen proses diidentifikasi. 1.6 Jenis dan karakteristik teknik pemisahan diidentifikasi. 1.7 Metode Reduksi kimia dipilih sesuai dengan karakteristik produk Nanomaterial yang ditargetkan. 1.8 Jenis dan jumlah prekursor, reduktor dan/atau bahan pendukung ditentukan sesuai dengan sifat prekursor, reduktor, dan bahan pendukung serta karakteristik produk Nanomaterial yang ditargetkan. 1.9 Parameter kondisi sintesis yang digunakan ditentukan untuk mendapatkan rentang ukuran partikel dan karakteristik produk Nanomaterial tertentu. 1.10 Larutan prekursor, reduktor, dan/ atau bahan pendukung disiapkan sesuai prosedur. 1.11 Peralatan disiapkan sesuai persyaratan sintesis. 1.12 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mereaksikan larutan prekursor dan reduktor	2.1 Parameter kondisi sintesis diatur sesuai teknik yang digunakan dan persyaratan produk. 2.2 Larutan prekursor, reduktor, dan/atau bahan pendukung dicampurkan dengan teknik dan urutan sesuai prosedur kerja. 2.3 Pengontrolan pertumbuhan inti Nanopartikel dilakukan agar mencapai target ukuran.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
3. Melaksanakan pemisahan Nanomaterial	<p>3.1 Teknik pemisahan dipilih sesuai karakteristik produk.</p> <p>3.2 Alat pemisahan dioperasikan sesuai prosedur.</p> <p>3.3 Campuran hasil pengoperasian alat dipisahkan sesuai prosedur.</p> <p>3.4 Sifat fisika produk hasil reaksi dibandingkan dengan sifat fisika target.</p> <p>3.5 Rendemen proses dihitung sesuai rumus/prosedur.</p>

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel

- 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan teknik Reduksi kimia, mereaksikan larutan prekursor dan reduktor dan melaksanakan pemisahan Nanomaterial dalam lingkup melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Reduksi kimia.
- 1.2 Persyaratan produk meliputi namun tidak terbatas pada sifat optis, struktur morfologi, bioaktivitas dan sifat *barrier* untuk tujuan aplikasi tertentu.
- 1.3 Metode Reduksi kimia meliputi namun tidak terbatas pada metode Reduksi menggunakan reduktor kimia, reduktor dari bahan alam (bioreduktor), maupun reduktor berupa mikroorganisme, baik dengan atau tanpa bantuan pemanasan, dengan bantuan *Microwave*, UV, *X-ray*, dan ultrasonik.
- 1.4 Parameter kondisi sintesis meliputi namun tidak terbatas pada temperatur, derajat keasaman (pH), laju pengadukan, daya listrik, amplitudo, dan waktu.
- 1.5 Bahan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada *capping agent*, elektrolit, dan larutan *buffer*.
- 1.6 Teknik pemisahan meliputi namun tidak terbatas pada *spray drying*, *freeze drying*, filtrasi membran, ultrasentrifugasi.
- 1.7 Sifat fisika produk meliputi namun tidak terbatas pada warna dan transparansi koloid, adanya endapan.

2. Peralatan dan perlengkapan

2.1 Peralatan

- 2.1.1 *Hotplate* dan *stirrer*
- 2.1.2 *Microwave*
- 2.1.3 *UV Lamp*
- 2.1.4 Alat ultrasonik
- 2.1.5 Termometer
- 2.1.6 pH meter
- 2.1.7 *Stopwatch*
- 2.1.8 *Spray dryer*
- 2.1.9 *Freeze dryer*
- 2.1.10 Ultrasentrifus
- 2.1.11 Membran untuk filtrasi

2.2 Perlengkapan

- 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
- 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium

2.2.3 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan yang digunakan

3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Reduksi kimia.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Reaksi redoks
 - 3.1.2 Nukleasi, pertumbuhan, dan stabilisasi Nanopartikel
 - 3.1.3 Struktur senyawa Polimer dan bahan alam sebagai penstabil
 - 3.1.4 Pemisahan dan matriks bahan alam
 - 3.1.5 Prinsip sintesis kimia dengan bantuan *Microwave*, UV dan ultrasonik
 - 3.1.6 Karakterisasi produk yang dibutuhkan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Melakukan ekstraksi untuk memperoleh reduktor bahan alam
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dalam mengatur parameter kondisi sintesis sesuai teknik yang digunakan dan persyaratan produk
 - 5.2 Kecermatan dalam memilih teknik pemisahan sesuai karakteristik produk

KODE UNIT : M.72NTP01.006.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Gelasi Ionik
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode gelasi ionik.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode gelasi ionik	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial dengan metode gelasi ionik diidentifikasi 1.2 Jenis dan sifat Polimer dan crosslinker diidentifikasi. 1.3 Jenis crosslinker dan rasio mol Polimer terhadap crosslinker ditetapkan sesuai karakteristik produk yang ditargetkan. 1.4 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.5 Temperatur, derajat keasaman (pH) larutan, waktu dan laju pengadukan ditetapkan sesuai karakteristik produk yang ditargetkan. 1.6 Larutan Polimer, crosslinker dan bahan pendukung disiapkan pada kondisi optimum yang sesuai untuk pembentukan Nanomaterial. 1.7 Jenis dan karakteristik teknik pemisahan diidentifikasi. 1.8 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mereaksikan larutan Polimer dan crosslinker	2.1 Larutan Polimer dan crosslinker dicampurkan dengan komposisi sesuai prosedur. 2.2 Parameter kondisi sintesis diatur dan dikontrol sesuai prosedur. 2.3 Gel dalam bentuk suspensi dipastikan terbentuk.
3. Melaksanakan pemisahan Nanomaterial	3.1 Teknik pemisahan dipilih sesuai dengan karakteristik produk. 3.2 Alat pemisahan dioperasikan sesuai prosedur. 3.3 Gel hasil pemisahan disimpan dalam kondisi yang sesuai.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode gelasi ionik, mereaksikan larutan Polimer dan **crosslinker** dan melaksanakan pemisahan Nanomaterial dalam lingkup melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode gelasi ionik.
 - 1.2 **Crosslinker** meliputi namun tidak terbatas pada natrium tripolifosfat.
 - 1.3 Bahan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada pelarut dan surfaktan.
 - 1.4 Parameter kondisi sintesis meliputi namun tidak terbatas pada derajat keasaman (pH), laju, suhu, dan waktu pengadukan.

- 1.5 Teknik pemisahan meliputi namun tidak terbatas pada sentrifugasi dan *freeze drying*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 *Magnetic stirrer*
 - 2.1.2 Termometer
 - 2.1.3 Alat gelas
 - 2.1.4 *Syringe*
 - 2.1.5 Pompa peristaltik
 - 2.1.6 *Centrifuge*
 - 2.1.7 *Freeze dryer*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 - 2.2.3 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan yang digunakan
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode gelasi ionik.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Ikatan kimia
 - 3.1.2 Reaksi kimia
 - 3.1.3 Stabilitas Nanomaterial
 - 3.1.4 Karakterisasi produk yang dibutuhkan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Membuat larutan
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti

4.2 Cermat

5. Aspek kritis

- 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam menetapkan jenis *crosslinker* dan rasio mol Polimer terhadap *crosslinker* sesuai karakteristik produk yang ditargetkan
- 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam menetapkan temperatur, derajat keasaman (pH) larutan, waktu, dan laju pengadukan sesuai karakteristik produk yang ditargetkan

KODE UNIT : M.72NTP01.007.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Sol-Gel
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode sol-gel.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode sol-gel	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial dengan metode sol-gel diidentifikasi. 1.2 Alur proses sintesis diidentifikasi. 1.3 Jenis dan sifat bahan prekursor serta bahan pendukung diidentifikasi. 1.4 Persyaratan produk diidentifikasi 1.5 Jenis dan karakteristik teknik pemisahan diidentifikasi. 1.6 Peralatan yang digunakan diidentifikasi sesuai fungsinya. 1.7 Peralatan disiapkan sesuai prosedur. 1.8 Larutan prekursor dan <i>gelling agent</i> disiapkan sesuai prosedur 1.9 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Melakukan sintesis koloid Nanomaterial	2.1 Parameter kondisi sintesis diatur sesuai persyaratan prosedur. 2.2 <i>Gelling agent</i> ditambahkan sesuai prosedur. 2.3 Proses <i>aging</i> dilakukan dengan menggunakan oven untuk mengubah sol menjadi gel yang tidak mengendap. 2.4 Gel dari hasil <i>aging</i> dipastikan terbentuk sesuai prosedur.
3. Melakukan proses pemisahan Nanomaterial yang dihasilkan.	3.1 Teknik pemisahan dipilih sesuai dengan karakteristik produk. 3.2 Proses pemisahan Nanomaterial dilakukan sesuai dengan teknik yang dipilih. 3.3 Parameter kondisi pemisahan diatur untuk mendapatkan karakteristik Nanomaterial yang ditargetkan. 3.4 Bentuk akhir Nanomaterial ditentukan sesuai kebutuhan.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode sol-gel.
 - 1.2 Prinsip sintesis material dengan metode sol-gel meliputi namun tidak terbatas pada reaksi pembentukan sol dan reaksi pembentukan gel. Jenis bahan prekursor meliputi namun tidak terbatas pada TTIP (prekursor TiO₂), sedangkan jenis bahan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada asam, basa, dan *gelling agent*.

- 1.3 Teknik pemisahan hasil sintesis Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada sentrifugasi, *freeze drying*, dan filtrasi membran.
- 1.4 Peralatan meliputi namun tidak terbatas pada peralatan untuk proses reaksi pembentukan sol (gelas piala, *magnetic stirrer*), peralatan untuk proses reaktor untuk pembentukan gel (oven), dan peralatan untuk proses kalsinasi (tanur).
- 1.5 *Gelling agent* meliputi namun tidak terbatas pada asam sitrat.
- 1.6 Parameter kondisi sintesis meliputi namun tidak terbatas pada kondisi pengaturan derajat keasaman (pH), komposisi bahan, laju pengadukan, urutan pencampuran, waktu, dan suhu.
- 1.7 Bentuk akhir Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada pasta dan *powder*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Peralatan gelas
 - 2.1.2 *Magnetic stirrer*
 - 2.1.3 Oven
 - 2.1.4 Tanur
 - 2.1.5 Sentrifugasi
 - 2.1.6 *Freeze drying*
 - 2.1.7 *Membrane filtration*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode sol-gel.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)

3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Reaksi yang terjadi pada sintesis Nanomaterial dengan teknik sol-gel
 - 3.1.2 Kondisi penentu dan karakteristik keberhasilan proses sintesis
 - 3.1.3 Reaksi asam basa
 - 3.1.4 Derajat keasaman (pH)
 - 3.1.5 Faktor-faktor dalam sintesis Nanomaterial yang mempengaruhi bentuk dan ukuran Nanomaterial
 - 3.1.6 Karakterisasi produk yang dibutuhkan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Membuat larutan
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur parameter kondisi sintesis sesuai persyaratan prosedur
 - 5.2 Ketelitian dalam mengatur parameter kondisi pemisahan untuk mendapatkan karakteristik Nanomaterial yang ditargetkan

KODE UNIT : M.72NTP01.008.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Deposisi
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Deposisi.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode Deposisi	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial dengan metode Deposisi diidentifikasi. 1.2 Jenis Nanomaterial yang akan disintesis diidentifikasi. 1.3 Substrat dan metode Deposisi diidentifikasi. 1.4 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.5 Metode Deposisi ditentukan sesuai dengan persyaratan produk. 1.6 Peralatan yang akan digunakan diidentifikasi sesuai fungsinya. 1.7 Prekursor dan bahan pendukung disiapkan sesuai prosedur. 1.8 Substrat disiapkan sesuai prosedur. 1.9 Peralatan disiapkan sesuai prosedur. 1.10 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Melakukan Deposisi Nanomaterial	2.1 Parameter kondisi sintesis diatur sesuai jenis dan ukuran Nanomaterial yang akan dibuat. 2.2 Parameter lingkungan proses diatur sesuai dengan karakteristik bahan. 2.3 Prekursor dan bahan pendukung dialirkan sesuai prosedur. 2.4 Lapisan tipis pada permukaan substrat dipastikan terbentuk.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode Deposisi.
 - 1.2 Jenis Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada Nanomaterial dimensi nol, satu, dan dua.
 - 1.3 Substrat meliputi namun tidak terbatas pada silikon.
 - 1.4 Metode Deposisi mencakup metode Deposisi kimia dan metode Deposisi fisika. Metode Deposisi kimia meliputi namun tidak terbatas pada *hot wall Chemical Vapor Deposition* (CVD), *cold wall* CVD, dan *plasma enhanced CVD*. Metode Deposisi fisika meliputi namun tidak terbatas pada *Evaporation Physical Vapor Deposition* (EPVD) dan *sputtering* PVD.
 - 1.5 Peralatan meliputi namun tidak terbatas pada reaktor.
 - 1.6 Prekursor meliputi namun tidak terbatas pada oksida logam, garam logam, senyawa logam-organik, hidrokarbon.
 - 1.7 Bahan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada katalis logam transisi.

- 1.8 Parameter kondisi sintesis meliputi namun tidak terbatas pada kondisi pengaturan suhu dan tekanan dari reaktor.
- 1.9 Parameter lingkungan proses meliputi namun tidak terbatas pada derajat keasaman (pH), tekanan, suhu.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Peralatan gelas
 - 2.1.2 Reaktor
 - 2.1.3 Termometer
 - 2.1.4 *Hotplate* yang dilengkapi dengan *magnetic stirrer*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 *Gas cylinder*
 - 2.2.2 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Deposisi.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Jenis-jenis Nanomaterial: *zero dimensional*, *one dimensional*, dan *two dimensionanal Nanomaterials*
 - 3.1.2 Faktor-faktor dalam sintesis Nanomaterial yang mempengaruhi bentuk dan ukuran Nanomaterial
 - 3.1.3 Karakterisasi produk yang diperlukan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Keterampilan menggunakan peralatan untuk menyiapkan substrat yang diinginkan
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti

4.2 Cermat

5. Aspek kritis

- 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur parameter kondisi sintesis sesuai jenis dan ukuran Nanomaterial yang akan dibuat

KODE UNIT : M.72NTP01.009.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode Presipitasi
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Presipitasi.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode Presipitasi	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial dengan metode Presipitasi diidentifikasi. 1.2 Jenis dan sifat prekursor dan pereaksi pengendap diidentifikasi. 1.3 Jenis dan karakteristik teknik pemisahan diidentifikasi. 1.4 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.5 Peralatan yang digunakan diidentifikasi sesuai fungsinya. 1.6 Jenis dan jumlah pereaksi pengendap ditentukan sesuai persyaratan produk. 1.7 Larutan prekursor dan pereaksi pengendap disiapkan sesuai prosedur. 1.8 Peralatan disiapkan sesuai prosedur. 1.9 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Melakukan proses Presipitasi Nanomaterial	2.1 Jenis dan jumlah pereaksi pengendap ditambahkan sesuai kondisi optimal untuk sintesis Nanomaterial. 2.2 Proses <i>aging</i> dilakukan sesuai dengan karakteristik material. 2.3 Fase padatan dalam bentuk suspensi dipastikan terbentuk.
3. Melakukan proses pemisahan Nanomaterial yang dihasilkan	3.1 Teknik pemisahan dipilih sesuai dengan karakterisasi produk. 3.2 Proses pemisahan Nanomaterial dilakukan sesuai dengan metode yang dipilih. 3.3 Parameter kondisi pemisahan diatur untuk mendapatkan karakteristik Nanomaterial yang diinginkan. 3.4 Bentuk akhir Nanomaterial ditentukan sesuai kebutuhan.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode Presipitasi melalui pembentukan fase padat baru, baik secara fisika maupun kimia.
 - 1.2 Prinsip sintesis Nanomaterial dengan metode Presipitasi meliputi namun tidak terbatas pada reaksi dengan pereaksi pengendap.
 - 1.3 Jenis bahan prekursor meliputi namun tidak terbatas pada Cu(NO₃)₂ (prekursor CuO).
 - 1.4 Jenis pereaksi pengendap (*precipitating agent*) meliputi namun tidak terbatas pada NaOH atau KOH.

- 1.5 Peralatan meliputi namun tidak terbatas pada peralatan untuk proses reaksi pengendapan (gelas piala, *magnetic stirrer*), peralatan untuk proses pematangan endapan atau oven, peralatan untuk proses kalsinasi atau tanur.
- 1.6 Proses pemisahan hasil sintesis Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada sentrifugasi, *freeze drying*, filtrasi membran.
- 1.7 Bentuk akhir Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada pasta dan *powder*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Peralatan gelas
 - 2.1.2 *Magnetic stirrer*
 - 2.1.3 Oven
 - 2.1.4 Tanur
 - 2.1.5 Sentrifugasi
 - 2.1.6 *Freeze drying*
 - 2.1.7 *Membrane filtration*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan metode Presipitasi.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Reaksi-reaksi pengendapan
 - 3.1.2 Kelarutan dan konstanta kelarutan
 - 3.1.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk dan ukuran Nanomaterial pada sintesis Nanomaterial dengan teknik Presipitasi

- 3.1.4 Karakterisasi produk yang diperlukan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Membuat larutan
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam menentukan jenis dan jumlah pereaksi pengendap sesuai persyaratan produk
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam menambahkan jenis dan jumlah pereaksi pengendap sesuai kondisi optimal untuk sintesis Nanomaterial

KODE UNIT : M.72NTP01.010.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Metode *Electrospinning*
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melakukan sintesis Nanomaterial dengan metode *electrospinning*.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan metode <i>electrospinning</i>	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial dengan metode <i>electrospinning</i> diidentifikasi. 1.2 Jenis dan sifat prekursor dan bahan pendukung diidentifikasi. 1.3 Peralatan yang digunakan diidentifikasi sesuai fungsinya. 1.4 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.5 Jenis dan jumlah prekursor dan bahan pendukung ditentukan sesuai persyaratan produk. 1.6 Prekursor dan bahan pendukung disiapkan sesuai prosedur. 1.7 Peralatan disiapkan sesuai prosedur. 1.8 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Melakukan proses <i>electrospinning</i>	2.1 Prekursor dan bahan pendukung diinjeksikan sesuai prosedur. 2.2 Parameter kondisi sintesis diatur sesuai dengan persyaratan produk. 2.3 Serat atau selaput berukuran nano dipastikan terbentuk.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan melaksanakan sintesis Nanomaterial nanofiber meliputi namun tidak terbatas pada nanopolimer dan nanokomposit berbasis Polimer.
 - 1.2 Jenis prekursor meliputi namun tidak terbatas pada Polimer.
 - 1.3 Sifat prekursor dan bahan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada viskositas, konsentrasi, berat Molekul, elastisitas, konduktivitas, tegangan permukaan, konduktivitas listrik dari pelarut, volatilitas pelarut, kelarutan, suhu transisi gelas, titik leleh, laju kristalisasi, dan nilai derajat keasaman (pH).
 - 1.4 Peralatan meliputi namun tidak terbatas pada jarum suntik (*syringe*), pompa *syringe*, catu daya tegangan tinggi, dan kolektor.
 - 1.5 Persyaratan produk meliputi namun tidak terbatas pada morfologi dan struktur.
 - 1.6 Parameter kondisi sintesis meliputi namun tidak terbatas pada tegangan operasional, laju alir larutan, jarak jarum suntik dengan kolektor, diameter dalam dari jarum suntik, tekanan hidrostatik dari tabung kapiler, suhu larutan, kelembaban (RH), velositi udara pada *chamber electrospinning*.
- 2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Peralatan gelas

- 2.1.2 Alat *electrospinning*
- 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
- 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
- 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

- 1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melakukan sintesis Nanomaterial dengan metode *electrospinning*.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
- 2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
- 3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan sintesis Nanomaterial dengan metode *electrospinning*.
 - 3.1.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk dan ukuran Nanomaterial pada sintesis Nanomaterial dengan metode *electrospinning*
 - 3.1.3 Karakterisasi produk yang diperlukan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Membuat larutan
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur parameter kondisi sintesis sesuai dengan persyaratan produk

KODE UNIT : M.72NTP01.011.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan Teknik Milling
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melakukan sintesis Nanomaterial dengan teknik *milling*.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan teknik <i>milling</i>	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial dengan teknik <i>milling</i> diidentifikasi. 1.2 Jenis dan sifat material diidentifikasi. 1.3 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.4 Jenis alat <i>milling</i> yang digunakan dipilih. 1.5 Sampel disiapkan sesuai persyaratan untuk sintesis dengan metode <i>milling</i> . 1.6 Wadah dan bola <i>milling</i> dipilih dari material sejenis. 1.7 Rasio ukuran antar bola ditentukan untuk mempercepat proses <i>milling</i> . 1.8 Rasio jumlah bola <i>milling</i> terhadap jumlah material ditentukan sesuai dengan produk target. 1.9 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengontrol kondisi eksperimen sesuai prosedur kerja	2.1 Parameter proses <i>milling</i> diatur sesuai dengan ukuran Nanomaterial yang ditargetkan. 2.2 Serbuk partikel dengan ukuran sesuai target dipastikan terbentuk.
3. Melakukan pemisahan berdasarkan ukuran	3.1 Alat pengayakan (<i>sieve shaker</i>) disiapkan sesuai dengan spesifikasi produk. 3.2 Serbuk partikel produk hasil sintesis dengan metode <i>milling</i> diayak sesuai prosedur. 3.3 Serbuk berukuran nano yang homogen dipastikan terbentuk.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan teknik *milling*, mengontrol kondisi eksperimen, dan melakukan pemisahan berdasarkan ukuran.
 - 1.2 Prinsip sintesis Nanomaterial dengan metode *milling* meliputi namun tidak terbatas pada energi yang dilepaskan dari dampak gesekan antara bola sampel dan waktu.
 - 1.3 Jenis alat *milling* meliputi namun tidak terbatas pada *ball milling*, *planetary milling*, *rotary milling*, *High Energy Milling* (HEM).
 - 1.4 Sampel untuk sintesis dengan metode *milling* mencakup sampel yang berbentuk *powder* (bubuk).
 - 1.5 Bola *milling* dapat berupa keramik dan logam.
 - 1.6 Parameter proses *milling* mencakup kecepatan, waktu, rasio bola dan sampel, ukuran dan jenis material bola *milling*.

2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Peralatan gelas
 - 2.1.2 Neraca analitik
 - 2.1.3 *Ball milling/ High Energy Milling* (HEM)
 - 2.1.4 Kuas
 - 2.1.5 Gelas piala
 - 2.1.6 *Sieve shaker*
 - 2.1.7 Bola *milling*
 - 2.1.8 Ayakan
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 - 2.2.3 Material Safety Data Sheet (MSDS) dari bahan
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan teknik *milling*.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Prinsip metode sintesis *top down*
 - 3.1.2 Karakterisasi produk yang dibutuhkan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Membersihkan bola *milling* dari pengotor
 - 3.2.2 Menggunakan ayakan
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat

5. Aspek kritis

- 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur parameter proses *milling* sesuai dengan ukuran Nanomaterial yang ditargetkan

KODE UNIT : M.72NTP01.012.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial dengan *Laser ablation*
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan *Laser ablation*.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan <i>Laser ablation</i>	1.1 Prinsip dan metode <i>Laser ablation</i> diidentifikasi. 1.2 Jenis dan sifat material diidentifikasi 1.3 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.4 Parameter kondisi sintesis diidentifikasi. 1.5 Metode <i>Laser ablation</i> dipilih sesuai dengan karakteristik bahan dan produk Nanomaterial yang ditargetkan. 1.6 Parameter kondisi sintesis yang digunakan ditentukan untuk mendapatkan rentang ukuran partikel dan karakteristik produk Nanomaterial tertentu. 1.7 Peralatan disiapkan sesuai prosedur. 1.8 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Melakukan proses <i>Laser ablation</i>	2.1 Parameter kondisi sintesis diatur sesuai teknik yang digunakan dan persyaratan produk. 2.2 Prekursor dan bahan pendukung dicampurkan sesuai dengan prosedur.
3. Melaksanakan teknik <i>Post-Irradiation</i>	3.1 Teknik <i>Post-Irradiation</i> dipilih sesuai karakteristik produk. 3.2 Proses <i>Post-Irradiation</i> dilaksanakan sesuai prosedur. 3.3 Nukleasi Nanopartikel pada plat logam dipastikan terbentuk.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan teknik laser *ablation*, menghasilkan Nanopartikel melalui *Laser ablation*, dan melaksanakan teknik *Post-Irradiation*.
 - 1.2 Parameter kondisi sintesis meliputi namun tidak terbatas pada intensitas berkas laser, *fluence* berkas laser, panjang gelombang berkas laser, waktu interaksi, kecepatan pengadukan, serta jenis dan konsentrasi surfaktan.
 - 1.3 Metode *Laser ablation* terdiri dari dua jenis yaitu metode interaksi *intrapulse* dan interaksi *interpulse*. Pada metode interaksi *intrapulse*, Nanopartikel yang dihasilkan berinteraksi dengan bagian dari pulsa laser yang sama yang menghasilkannya. Pada metode interaksi *interpulse*, Nanopartikel berinteraksi dengan pulsa berikutnya dari pulsa yang memproduksi Nanopartikel.
 - 1.4 Prekursor meliputi namun tidak terbatas pada logam dan karbon.

- 1.5 Bahan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada air distilasi, surfaktan.
- 1.6 Teknik *Post-Irradiation* meliputi namun tidak terbatas pada stabilisasi Nanopartikel dengan surfaktan dan proses *re-irradiation*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Peralatan *Laser ablation*
 - 2.1.2 Perangkat komputer
 - 2.1.3 *Magnetic stirrer*
 - 2.1.4 Peralatan gelas
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK).
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 - 2.2.3 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial dengan *Laser ablation*.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Gelombang cahaya
 - 3.1.2 Laser
 - 3.1.3 Dualisme gelombang partikel
 - 3.1.4 Karakterisasi produk yang dibutuhkan
 - 3.2 Keterampilan
(Tidak ada.)
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat

5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur parameter kondisi sintesis sesuai teknik yang digunakan dan persyaratan produk

KODE UNIT : M.72NTP01.013.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Nanomaterial Menggunakan Proses Homogenisasi
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial menggunakan proses homogenisasi.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial menggunakan proses homogenisasi	1.1 Prinsip dan metode sintesis Nanomaterial menggunakan proses homogenisasi diidentifikasi. 1.2 Jenis dan sifat prekursor dan bahan pendukung diidentifikasi. 1.3 Jenis dan fungsi peralatan yang akan digunakan diidentifikasi. 1.4 Jenis dan karakteristik teknik pemisahan diidentifikasi. 1.5 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.6 Parameter kondisi sintesis ditentukan. 1.7 Teknik homogenisasi dipilih sesuai dengan persyaratan produk. 1.8 Jenis dan jumlah prekursor dan bahan pendukung ditentukan sesuai dengan sifat prekursor dan bahan pendukung. 1.9 Prekursor dan bahan pendukung disiapkan sesuai prosedur. 1.10 Peralatan disiapkan sesuai prosedur. 1.11 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Melakukan proses homogenisasi	2.1 Prekursor dan bahan pendukung ditambahkan sesuai kondisi optimal untuk sintesis Nanomaterial. 2.2 Parameter kondisi sintesis diatur sesuai karakteristik produk Nanomaterial yang ditargetkan. 2.3 Suspensi homogen dipastikan terbentuk sesuai karakteristik Nanomaterial.
3. Melakukan proses pemisahan Nanomaterial	3.1 Teknik pemisahan dipilih sesuai karakteristik produk. 3.2 Alat pemisahan dioperasikan sesuai prosedur. 3.3 Sifat fisika produk dibandingkan dengan sifat fisika target.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial menggunakan proses homogenasi, melakukan proses homogenisasi, dan melakukan proses pemisahan Nanomaterial dalam lingkup melaksanakan sintesis Nanomaterial menggunakan proses homogenisasi.

- 1.2 Sintesis Nanomaterial menggunakan alat homogenisasi meliputi namun tidak terbatas pada sintesis nanolipid, nanopolimer, nanoemulsi.
 - 1.3 Prekursor meliputi namun tidak terbatas pada lipid dan Polimer.
 - 1.4 Bahan pendukung meliputi namun tidak terbatas pada pelarut dan surfaktan/*emulsifier*.
 - 1.5 Peralatan dapat meliputi namun tidak terbatas pada *high pressure homogenizer*, *hotplate magnetic stirrer*, *ultrasonic homogenizer*.
 - 1.6 Teknik homogenisasi meliputi namun tidak terbatas pada teknik tekanan tinggi, *high shear*, difusi spontan dan ultrasonik.
 - 1.7 Parameter kondisi sintesis meliputi namun tidak terbatas pada laju homogenisasi, siklus homogenisasi, tekanan, suhu, amplitudo, dan waktu.
 - 1.8 Teknik pemisahan meliputi namun tidak terbatas pada evaporasi pelarut, *spray drying*, *freeze drying*, filtrasi membran, ultrasentrifugasi. Pemisahan hanya dilakukan jika menggunakan pelarut yang perlu dihilangkan.
 - 1.9 Sifat fisika produk meliputi namun tidak terbatas pada penampakan fisik, kelarutan, dan viskositas.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 *Homogenizer (high pressure, high shear, dan ultrasonik)*
 - 2.1.2 Peralatan gelas
 - 2.1.3 *Magnetic stirrer*
 - 2.1.4 Evaporator
 - 2.1.5 *Spray dryer*
 - 2.1.6 *Freeze dryer*
 - 2.1.7 *Ultracentrifuge*
 - 2.1.8 *Membrane filtration*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 *Material Safety Data Sheet (MSDS)* dari bahan
 - 2.2.2 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis Nanomaterial menggunakan proses homogenisasi.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.

- 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Kelarutan bahan
 - 3.1.2 Kepolaran pelarut
 - 3.1.3 Teori tentang interaksi antar Molekul
 - 3.1.4 Karakterisasi produk yang dibutuhkan
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Membuat larutan
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam memilih teknik homogenisasi sesuai dengan persyaratan produk
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam menentukan jenis dan jumlah prekursor dan bahan pendukung sesuai dengan sifat prekursor dan bahan pendukung
 - 5.3 Ketelitian dan kecermatan dalam menambahkan prekursor dan bahan pendukung sesuai kondisi optimal untuk sintesis Nanomaterial

KODE UNIT : M.72NTP01.014.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Sintesis Gelembung Nano (*Nanobubble*)

DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan sintesis gelembung nano (*nanobubble*).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan sintesis Nanomaterial dengan <i>nanobubble</i>	1.1 Prinsip dan metode <i>nanobubble</i> diidentifikasi. 1.2 Jenis, fungsi, dan kinerja alat sintesis <i>nanobubble</i> diidentifikasi. 1.3 Jenis dan sifat material bubble diidentifikasi. 1.4 Parameter kondisi sintesis nanobubble diidentifikasi. 1.5 Persyaratan produk diidentifikasi. 1.6 Metode sintesis nanobubble dipilih sesuai dengan persyaratan produk yang diinginkan. 1.7 Parameter kondisi sintesis yang digunakan ditentukan untuk mendapatkan rentang ukuran partikel dan karakteristik produk <i>nanobubble</i> tertentu. 1.8 Peralatan dan kondisi lingkungan disiapkan sesuai persyaratan sintesis. 1.9 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Membuat <i>nanobubble</i>	2.1 Parameter kondisi sintesis diatur sesuai dengan ukuran <i>bubble</i> yang diinginkan. 2.2 <i>Nanobubble</i> dipastikan terbentuk sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan sintesis *nanobubble* dan membuat *nanobubble*.
 - 1.2 Material *bubble* meliputi namun tidak terbatas pada udara bebas, gas nitrogen, oksigen, dan ozon.
 - 1.3 Parameter kondisi sintesis *nanobubble* meliputi namun tidak terbatas pada tekanan dan *shear*.
 - 1.4 Persyaratan produk meliputi namun tidak terbatas pada ukuran *nanobubble* dan kelarutan material *bubble*.
 - 1.5 Metode sintesis *nanobubble* meliputi namun tidak terbatas pada metode berbasis dispersi dan metode berbasis *oversaturation*.
- 2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Peralatan sintesis *nanobubble*
 - 2.1.2 Perangkat komputer
 - 2.1.3 *Magnetic stirrer*
 - 2.1.4 Tabung dan regulator gas
 - 2.1.5 Peralatan gelas

- 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 - 2.2.3 *Material Safety Data Sheet* (MSDS) dari bahan
- 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
- 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

- 1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan sintesis gelembung nano (*nanobubble*).
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
- 2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
- 3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 *Cavitation*
 - 3.1.2 Gelombang ultrasonik
 - 3.1.3 Gaya apung
 - 3.1.4 Karakterisasi produk yang dibutuhkan
 - 3.2 Keterampilan
(Tidak ada.)
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur parameter kondisi sintesis sesuai dengan ukuran *bubble* yang diinginkan

KODE UNIT : **M.72NTP02.001.1**
JUDUL UNIT : **Melaksanakan Analisis Ukuran dan Distribusi Nanopartikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA)**
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis ukuran dan distribusi Nanopartikel menggunakan *Particle Size Analyzer*.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis ukuran dan distribusi Nanopartikel dengan <i>Particle Size Analyzer</i>	1.1 Jenis Nanopartikel diidentifikasi. 1.2 Jenis <i>Particle Size Analyzer</i> diidentifikasi. 1.3 Metode pengukuran dengan <i>Particle Size Analyzer</i> untuk menentukan ukuran, distribusi ukuran dan stabilitas Nanopartikel diidentifikasi. 1.4 Jenis medium pendispersi diidentifikasi. 1.5 Sifat kelarutan antara medium pendispersi dengan Nanopartikel diidentifikasi. 1.6 Metode preparasi sampel diidentifikasi sesuai dengan karakteristik Nanopartikel yang diukur. 1.7 Teknik pengolahan kurva distribusi ukuran partikel diidentifikasi. 1.8 Jenis medium pendispersi dipilih berdasarkan kompatibilitas dengan jenis Nanopartikel yang akan diukur. 1.9 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan <i>Particle Size Analyzer</i>	2.1 Kondisi pengukuran dipilih sesuai jenis <i>Particle Size Analyzer</i> dan jenis medium pendispersi. 2.2 Pengaturan/ <i>setting</i> parameter <i>Particle Size Analyzer</i> diatur sesuai dengan prosedur. 2.3 Kurva distribusi ukuran partikel dipilih berdasarkan kebutuhan penggunaan data kuantitatif.
3. Menginterpretasikan data hasil analisis ukuran dan distribusi Nanopartikel	3.1 Kurva distribusi ukuran partikel diolah sesuai kebutuhan pengujian parameter menggunakan software yang relevan. 3.2 Ukuran partikel rata-rata ditetapkan berdasarkan kurva yang dihasilkan. 3.3 Distribusi ukuran nano partikel dipetakan berdasarkan nilai <i>Polydispersity Index</i> dan bentuk kurva distribusi ukuran partikel.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan analisis ukuran Nanopartikel dengan *Particle Size Analyzer*, mengoperasikan

Particle Size Analyzer dan menginterpretasikan data hasil analisis ukuran dan distribusi Nanopartikel dalam lingkup melaksanakan analisis ukuran Nanopartikel dengan *Particle Size Analyzer*.

- 1.2 Jenis Nanopartikel meliputi namun tidak terbatas pada bentuk emulsi, sol, aerosol, dan suspensi.
 - 1.3 Jenis *Particle Size Analyzer* meliputi namun tidak terbatas pada PSA berbasis difraksi laser dan PSA berbasis hamburan sinar.
 - 1.4 Stabilitas meliputi namun tidak terbatas pada parameter potensial zeta.
 - 1.5 Medium pendispersi meliputi namun tidak terbatas pada akuades, isopropil alkohol, asam organik, dan surfaktan.
 - 1.6 Pengolahan kurva distribusi ukuran partikel meliputi namun tidak terbatas pada pengaturan rentang ukuran partikel dan dekonvolusi.
 - 1.7 Kondisi pengukuran meliputi namun tidak terbatas pada *beam angle*, waktu sirkulasi, dan waktu ekuilibrase.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 *Particle Size Analyzer*
 - 2.1.2 Komputer dan *Uninterruptible Power Supply* (UPS)
 - 2.1.3 *Software* statistik
 - 2.1.4 Alat preparasi sampel
 - 2.1.5 *Optical handbook*
 - 2.1.6 *Dispersant database*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Aplikasi pengolah data
 - 2.2.2 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
 - 4.2.1 *Standard Operating Procedure* (SOP) *Particle Size Analyzer*

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis ukuran dan distribusi Nanopartikel dengan *Particle Size Analyzer*.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)

3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Prinsip interaksi antara radiasi dan koloid Nanomaterial
 - 3.1.2 Prinsip *like dissolve like*
 - 3.1.3 Prinsip stabilisasi dan agregasi Nanomaterial
 - 3.1.4 Prinsip kerja *Particle Size Analyzer*
 - 3.1.5 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Mengoperasikan *software* pengolah data
 - 3.2.2 Mengoperasikan *spreadsheet*
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam mengidentifikasi metode preparasi sampel sesuai dengan karakteristik Nanopartikel yang diukur
 - 5.2 Kecermatan dan ketelitian dalam memilih jenis medium pendispersi berdasarkan kompatibilitas dengan jenis Nanopartikel yang akan diukur
 - 5.3 Kecermatan dan ketelitian dalam memilih kurva distribusi ukuran partikel berdasarkan kebutuhan penggunaan data kuantitatif

KODE UNIT : M.72NTP02.002.1

JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Morfologi Menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM)

DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis morfologi menggunakan SEM	1.1 Jenis Nanomaterial diidentifikasi. 1.2 Jenis holder diidentifikasi. 1.3 Jenis detektor diidentifikasi. 1.4 Metode preparasi sampel diidentifikasi. 1.5 Metode analisis morfologi menggunakan SEM diidentifikasi. 1.6 Morfologi, bentuk, dan distribusi Nanomaterial diidentifikasi. 1.7 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan SEM	2.1 Preparasi sampel dilakukan sesuai prosedur. 2.2 Kondisi <i>low vaccum</i> , <i>high vaccum</i> dan <i>non vaccum/environment</i> ditentukan berdasarkan jenis sampel. 2.3 Nilai konduktivitas listrik sampel diidentifikasi sesuai prosedur. 2.4 <i>Coating</i> terhadap sampel dilakukan sesuai prosedur. 2.5 Sampel dalam <i>chamber</i> disambungkan dengan <i>ground</i> . 2.6 Area yang di- <i>scanning</i> ditentukan untuk memperoleh gambar yang mewakili sampel. 2.7 Luas area yang di- <i>scanning</i> ditentukan untuk memperoleh <i>magnification</i> yang diinginkan. 2.8 Energi dan arus elektron ditentukan sesuai prosedur. 2.9 Kecepatan <i>scanning</i> diatur untuk meningkatkan <i>signal-to-noise ratio</i> . 2.10 <i>Magnification</i> ditentukan sesuai kebutuhan pengguna.
3. Menginterpretasikan data hasil analisis morfologi Nanomaterial	3.1 Morfologi, bentuk dan distribusi Nanomaterial diidentifikasi sesuai prosedur. 3.2 Menu skala diatur untuk mendapatkan pengukuran jarak, <i>magnification</i> , diameter sudut, luas area, dan <i>counting</i> sesuai prosedur. 3.3 Morfologi, bentuk, dan distribusi Nanomaterial disimpulkan berdasarkan gambar yang dihasilkan.

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk menyiapkan pelaksanaan analisis morfologi menggunakan SEM, mengoperasikan SEM, dan menginterpretasikan data hasil analisis morfologi Nanopartikel dalam lingkup melaksanakan analisis morfologi menggunakan SEM.
 - 1.2 Jenis *holder* dapat berupa *grid* dan/atau *stub*.
 - 1.3 Jenis detektor meliputi namun tidak terbatas pada detektor *Secondary Electron* (SE) yang cocok untuk pengambilan struktur permukaan, dan detektor *Back Scattered Electron* (BSE) yang dapat memberikan kontras pada bahan berdasarkan perbedaan fasa.
 - 1.4 Metode preparasi sampel meliputi namun tidak terbatas pada pembersihan, stabilisasi, *coating* untuk material tidak konduktif, dan penempatan sampel pada *chamber*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Perangkat *Scanning Electron Microscope* (SEM)
 - 2.1.2 Perangkat komputer dan *Uninterruptible Power Supply* (UPS)
 - 2.1.3 *Software* aplikasi
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Mesin pemotong
 - 2.2.2 Klip dan/atau pita karbon
 - 2.2.3 Pinset
 - 2.2.4 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.5 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, jas laboratorium
 - 2.2.6 Gas argon
 - 2.2.7 *Coating chamber*
 - 2.2.8 Mikroskop optik
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
 - 4.2.1 *Standard Operating Procedure* (SOP) *Scanning Electron Microscope*

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis morfologi menggunakan SEM.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)

3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Elektron Auger
 - 3.1.2 Gaya Lorentz
 - 3.1.3 Interaksi elektron dengan material
 - 3.1.4 Faktor yang mempengaruhi emisi *Back Scattered Electron* (BSE)
 - 3.1.5 Karakteristik sinar-X
 - 3.1.6 Morfologi, bentuk, dan distribusi ukuran
 - 3.1.7 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan *spreadsheet*
 - 3.2.2 Menggunakan *word processor*
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam menentukan kondisi *low vaccum*, *high vaccum* dan *non vaccum/ environment* berdasarkan jenis sampel
 - 5.2 Kecermatan dalam menentukan area yang di-*scanning* untuk memperoleh gambar yang mewakili sampel
 - 5.3 Kecermatan dalam menentukan luas area yang di-*scanning* untuk memperoleh *magnification* yang diinginkan
 - 5.4 Ketelitian dalam menentukan energi dan arus elektron sesuai prosedur

KODE UNIT : M.72NTP02.003.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Morfologi Menggunakan Transmission Electron Microscope (TEM)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis morfologi menggunakan Transmission Electron Microscope (TEM).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis morfologi menggunakan TEM	1.1 Jenis Nanomaterial diidentifikasi. 1.2 Parameter kontrol electron gun diidentifikasi. 1.3 Metode preparasi sampel diidentifikasi. 1.4 Prosedur observasi sampel pada TEM diidentifikasi. 1.5 Morfologi, ukuran, bentuk partikel dan <i>grain</i> , susunan partikel pada skala nanometer diidentifikasi. 1.6 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan TEM	2.1 Preparasi sampel dilakukan sesuai prosedur. 2.2 Arus, energi <i>electron gun</i> , dan nitrogen cair diatur sesuai prosedur. 2.3 TEM disejajarkan menggunakan protokol intra-lab yang sesuai untuk konfigurasi mikroskop dan kamera yang tersedia. 2.4 Perbesaran optimal dipilih sesuai prosedur. 2.5 Sampel ditempatkan pada posisi <i>eucentric</i> sesuai prosedur. 2.6 Area sampel ditentukan untuk memperoleh gambar yang mewakili sampel. 2.7 Luas area sampel ditentukan untuk memperoleh pembesaran yang diinginkan 2.8 Gambar disimpan dalam <i>database</i> .
3. Menginterpretasikan data hasil analisis morfologi Nanomaterial	3.1 Morfologi Nanomaterial diidentifikasi sesuai prosedur. 3.2 Gambar-gambar dikombinasikan untuk memperoleh informasi lebih lengkap. 3.3 Morfologi Nanomaterial ditetapkan berdasarkan gambar yang dihasilkan.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk menyiapkan pelaksanaan analisis morfologi menggunakan TEM, mengoperasikan TEM, dan menginterpretasikan data hasil analisis morfologi Nanopartikel dalam lingkup melaksanakan analisis morfologi menggunakan TEM.

- 1.2 Parameter kontrol *electron gun* meliputi namun tidak terbatas pada *accelerating voltage*, arus pada filamen.
- 1.3 Metode preparasi sampel meliputi namun tidak terbatas pada sampel transparan elektron, sampel harus kuat secara mekanis untuk perlakuan.
- 1.4 Prosedur observasi sampel pada TEM meliputi namun tidak terbatas pada *Image mode*, *Diffraction mode*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Perangkat TEM
 - 2.1.2 Perangkat komputer dan *Uninterruptible Power Supply* (UPS)
 - 2.1.3 Alat preparasi sampel
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Kertas saring
 - 2.2.2 *Pipette tips*
 - 2.2.3 Pinset
 - 2.2.4 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.5 Nitrogen cair
 - 2.2.6 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
 - 4.2.1 *Standard Operating Procedure* (SOP) *Transmission Electron Microscope* (TEM)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis morfologi menggunakan TEM.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Emisi termionik
 - 3.1.2 Gaya Lorentz
 - 3.1.3 Interaksi elektron dengan material
 - 3.1.4 Imbas elektromagnetik
 - 3.1.5 Karakteristik sinar-X
 - 3.1.6 Panjang gelombang elektron

- 3.1.7 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan *spreadsheet*
 - 3.2.2 Menggunakan *word processor*
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam menyejajarkan TEM menggunakan protokol intra-lab yang sesuai untuk konfigurasi mikroskop dan kamera yang tersedia
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam menempatkan sampel pada posisi *eucentric* sesuai prosedur
 - 5.3 Kecermatan dalam menentukan area sampel untuk memperoleh gambar yang mewakili sampel
 - 5.4 Kecermatan dalam menentukan luas area sampel untuk memperoleh pembesaran yang diinginkan

KODE UNIT : M.72NTP02.004.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Topografi Menggunakan Atomic Force Microscope (AFM)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis topografi menggunakan *Atomic Force Microscope* (AFM).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis topografi menggunakan AFM	1.1 Jenis Nanomaterial diidentifikasi. 1.2 Jenis probe yang digunakan diidentifikasi. 1.3 Metode preparasi sampel diidentifikasi. 1.4 Mode operasi pengukuran AFM diidentifikasi. 1.5 Jenis permukaan, sebaran permukaan sampel Nanomaterial diidentifikasi. 1.6 Sampel dipreparasi sesuai prosedur. 1.7 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan AFM	2.1 <i>Software</i> aplikasi yang terhubung dengan AFM dipilih sesuai prosedur. 2.2 <i>Cantilever</i> AFM disiapkan sesuai prosedur. 2.3 Berkas laser diarahkan mengenai <i>Cantilever</i> sesuai prosedur. 2.4 <i>Scanning</i> permukaan sampel dilakukan sesuai dengan mode operasi.
3. Menginterpretasikan data hasil analisis topografi Nanomaterial	3.1 Gambar yang terbentuk diproses sesuai prosedur. 3.2 Topografi Nanomaterial diidentifikasi sesuai prosedur. 3.3 Topografi Nanomaterial ditetapkan berdasarkan gambar yang dihasilkan.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk menyiapkan pelaksanaan analisis topografi menggunakan AFM, mengoperasikan AFM, dan menginterpretasikan data hasil analisis topografi Nanopartikel dalam lingkup melaksanakan analisis topografi menggunakan AFM.
 - 1.2 Jenis probe meliputi namun tidak terbatas pada (Si3N4) dan (Si).
 - 1.3 Mode operasi meliputi namun tidak terbatas pada *Contact AFM*, *Intermittent contact*, *Non-contact AFM*.
- 2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Perangkat AFM
 - 2.1.2 Perangkat komputer dan *Uninterruptible Power Supply* (UPS)
 - 2.1.3 *Software* aplikasi
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat preparasi sampel
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium

3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
 - 4.2.1 *Standard Operating Procedure (SOP) Atomic Force Microscope*

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis topografi menggunakan AFM.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Hukum Hooke
 - 3.1.2 Mekanisme Kelvin *probe force microscopy*
 - 3.1.3 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
 - 3.2.2 Menggunakan aplikasi *word processing*
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mempersiapkan sampel sesuai prosedur
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam mengarahkan berkas laser mengenai *cantilever* sesuai prosedur
 - 5.3 Ketelitian dan kecermatan dalam melakukan *scanning* permukaan sampel sesuai dengan mode operasi

KODE UNIT : M.72NTP02.005.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Kristalinitas secara Differential Scanning Calorimetry (DSC)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis Kristalinitas secara *Differential Scanning Calorimetry* (DSC).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis Kristalinitas secara DSC	1.1 Prinsip alat DSC diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian alat DSC diidentifikasi. 1.3 Karakteristik bahan Nanomaterial diidentifikasi. 1.4 Sampel dipreparasi sesuai persyaratan analisis secara DSC . 1.5 Sampel ditimbang dalam <i>sample pan</i> sesuai prosedur. 1.6 Sampel di- <i>press</i> di dalam <i>sample pan</i> sesuai dengan prosedur. 1.7 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan DSC	2.1 Laju alir gas nitrogen diatur sesuai prosedur. 2.2 Laju pemanasan diatur sesuai prosedur. 2.3 Rentang suhu diatur sesuai dengan karakteristik sampel yang diuji.
3. Menginterpretasikan kurva DSC	3.1 Entalpi kristalisasi dan entalpi peleburan pada kurva DSC diidentifikasi sesuai prosedur. 3.2 Titik <i>onset</i> dan <i>endset</i> kurva kristalinitas ditentukan sesuai dengan kaidah statistik. 3.3 Entalpi standar kristalin murni ditentukan berdasarkan referensi . 3.4 Persen Kristalinitas dihitung dengan rumus yang sesuai.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis Kristalinitas secara DSC, mengoperasikan DSC dan menginterpretasikan kurva DSC dalam lingkup melaksanakan analisis Kristalinitas menggunakan DSC.
 - 1.2 Analisis Kristalinitas secara DSC dilakukan terhadap material kristalin dan semi kristalin dalam bentuk padatan meliputi namun tidak terbatas pada Polimer dalam bentuk plastik, termoset, dan karet atau elastomer, komposit Polimer, material organik, dan bahan kimia secara umum.
 - 1.3 Karakteristik bahan Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada temperatur transisi gelas, temperatur kristalisasi, titik leleh, temperatur oksidasi, entalpi peleburan, entalpi kristalisasi, kapasitas panas, stabilitas termal, dekomposisi termal.
 - 1.4 Sampel untuk DSC dapat berupa cairan maupun padatan (serbuk, granul, film, *fibrous material*).

- 1.5 Persyaratan analisis secara DSC meliputi namun tidak terbatas pada penempatan sampel yang memungkinkan kontak termal yang baik antara sampel dan sampel pan, serta antara sampel pan dan pelat detektor.
 - 1.6 *Sample pan* meliputi namun tidak terbatas pada bahan alumunium, platina dan alumina.
 - 1.7 Referensi meliputi namun tidak terbatas pada *database*, hasil penelitian, dan literatur.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen DSC lengkap dengan sistem pendingin
 - 2.1.2 Peralatan preparasi sampel
 - 2.1.3 *Database* entalpi peleburan bahan kristalin murni
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Aplikasi pengolah angka/data
 - 2.2.2 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
 - 4.2.1 *Standard Operating Procedure* (SOP) Analisis Kristalinitas

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis Kristalinitas secara DSC.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Transisi fasa
 - 3.1.2 Panas peleburan dan panas kristalisasi
 - 3.1.3 Kristalinitas material
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
 - 3.2.2 Melakukan penipisan dan pendistribusian sampel pada permukaan secara homogen
 - 3.2.3 Melakukan kalibrasi temperatur dan panas

4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur rentang suhu sesuai dengan karakteristik sampel yang diuji
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam mengidentifikasi entalpi kristalisasi dan entalpi peleburan pada kurva DSC sesuai prosedur

KODE UNIT : M.72NTP02.006.1

JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Kristalinitas secara X-Ray Diffraction (XRD)

DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis Kristalinitas secara X-Ray Diffraction (XRD).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis Kristalinitas secara XRD	1.1 Prinsip analisis Kristalinitas dengan XRD diidentifikasi. 1.2 Kristalinitas Nanomaterial diidentifikasi. 1.3 Sampel disiapkan dalam bentuk padatan kering atau cairan sesuai jenis alat. 1.4 Jenis dan komposisi sampel diidentifikasi. 1.5 K3 radiasi diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan alat XRD	2.1 <i>Chiller</i> dihidupkan sesuai dengan prosedur. 2.2 Instrumen XRD dioperasikan sesuai dengan prosedur. 2.3 Parameter pengukuran instrumen XRD diatur sesuai prosedur. 2.4 Instrumen XRD dikalibrasi dengan sampel standar sesuai prosedur. 2.5 Sampel ditempatkan dalam kompartemen dengan posisi yang sesuai dengan prosedur. 2.6 Rentang sudut difraksi diatur sesuai jenis sampel. 2.7 Waktu <i>scanning</i> ditentukan sesuai jenis detektor .
3. Menginterpretasikan Spektrum XRD	3.1 Data sudut difraksi standar diidentifikasi berdasarkan <i>The International Centre for Diffraction Data</i> (ICDD) organik dan anorganik. 3.2 Daerah kristalin dan daerah amorf dalam Spektrum XRD diidentifikasi berdasarkan bentuk kurva. 3.3 Intensitas puncak kristalin dan amorf diidentifikasi sesuai teori tentang Spektrum XRD. 3.4 Persen Kristalinitas ditetapkan berdasarkan rumus yang sesuai pada <i>software</i> .

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel

- 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis Kristalinitas secara XRD, mengoperasikan XRD dan menginterpretasikan kurva XRD dalam lingkup melaksanakan analisis Kristalinitas secara XRD.

- 1.2 Instrumen XRD meliputi namun tidak terbatas pada *X-ray tube* yang sudah dingin.
- 1.3 Parameter pengukuran meliputi namun tidak terbatas pada mengatur tegangan dan arus, *setting* parameter pengukuran yang meliputi *divergent* slit, rentang sudut, *step size*, dan waktu.
- 1.4 Analisis Kristalinitas dilakukan terhadap material kristalin dan semi kristalin dalam bentuk padatan meliputi namun tidak terbatas pada logam, oksida logam, Polimer, dan Nanomaterial.
- 1.5 Sampel standar meliputi namun tidak terbatas pada sampel yang sudah terkalibrasi sesuai dengan *crystallography database*.
- 1.6 Jenis detektor meliputi namun tidak terbatas pada *ultra fast* dan konvensional.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 *X-Ray Diffractometer*
 - 2.1.2 *Chiller*
 - 2.1.3 *Stabilizer*
 - 2.1.4 Lumpang dan alu dari keramik atau agate
 - 2.1.5 *Glass slides* atau *aluminum sample holder*
 - 2.1.6 *Software database*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 *Software* analisis
 - 2.2.2 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, jas laboratorium, dan *Thermoluminisence Dosemeter* (TLD) *badge*
 - 2.2.4 Alat ukur radiasi (Dosimeter)
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
 - 4.2.1 *Standard Operating Procedure* (SOP) *X-Ray Diffraction*

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis Kristalinitas secara XRD.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan

- 3.1.1 Difraksi sinar X oleh material
 - 3.1.2 Kisi kristal material
 - 3.1.3 Hukum Bragg
 - 3.1.4 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
- 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam menghidupkan *chiller* sesuai prosedur
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur rentang sudut difraksi sesuai jenis sampel
 - 5.3 Ketelitian dan kecermatan dalam mengidentifikasi daerah kristalin dan daerah amorf dalam Spektrum XRD berdasarkan bentuk kurva
 - 5.4 Ketelitian dan kecermatan dalam mengidentifikasi jenis dan komposisi sampel

KODE UNIT : **M.72NTP02.007.1**
JUDUL UNIT : **Melaksanakan Analisis Kristalinitas secara *Selected Area Electron Diffraction* (SAED)**
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis Kristalinitas secara *Selected Area Electron Diffraction* (SAED).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis Kristalinitas secara SAED	1.1 Prinsip pengujian Kristalinitas dengan SAED diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian <i>Transmission Electron Microscope</i> (TEM) diidentifikasi. 1.3 Prosedur pengujian Kristalinitas dengan SAED diidentifikasi. 1.4 Teknik preparasi sampel untuk SAED diidentifikasi. 1.5 <i>Database</i> sudut difraksi unsur diidentifikasi. 1.6 Ketebalan spesimen untuk uji TEM diatur sesuai persyaratan. 1.7 Sampel ditempelkan pada carbon-coated TEM grid sesuai prosedur. 1.8 K3 diterapkan sesuai prosedur. 1.9 Rumus perhitungan <i>d-spacing</i> dan persen Kristalinitas diidentifikasi.
2. Mengoperasikan alat SAED	2.1 Mikroskop dan berkas elektron dinyalakan sesuai prosedur. 2.2 Lensa kondensor dan pistol elektron disejajarkan sesuai prosedur. 2.3 Pistol elektron dihubungkan dengan sumber tegangan tinggi sesuai prosedur. 2.4 <i>Mode selected area</i> dipilih untuk memunculkan gambar pola difraksi SAED. 2.5 <i>Condensor aperture</i> disejajarkan sesuai prosedur. 2.6 Perbesaran dan <i>brightness</i> gambar TEM-SAED diatur sesuai kebutuhan penggunaan data kuantitatif.
3. Menginterpretasikan gambar SAED	3.1 Jarak antara titik pusat dan difraksi <i>spot</i> dan/atau cincin diukur sesuai prosedur. 3.2 Nilai <i>d-spacing</i> dihitung menggunakan rumus yang sesuai. 3.3 Sudut difraksi sampel dibandingkan dengan sudut difraksi standar yang tercantum dalam <i>Joint Committee on Powder Diffraction Standards</i> (JCPDS)/ICDD. 3.4 Persen Kristalinitas dihitung berdasarkan rumus yang sesuai. 3.5 Kristalinitas sampel diinterpretasikan

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
	berdasarkan pola difraksi dan persen Kristalinitas.

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis Kristalinitas secara SAED, mengoperasikan TEM dan menginterpretasikan gambar SAED dalam lingkup melaksanakan analisis Kristalinitas secara SAED.
 - 1.2 Analisis Kristalinitas dilakukan terhadap material kristalin dan semi kristalin dalam bentuk larutan meliputi namun tidak terbatas pada Nanomaterial logam, oksida logam, Polimer.
 - 1.3 *Carbon-coated* TEM *grid* yang digunakan adalah *carbon-coated* TEM *grid* yang telah dikeringkan selama 24 jam.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen TEM
 - 2.1.2 *Blower*
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis Kristalinitas secara SAED.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Kisi kristal
 - 3.1.2 Sudut difraksi karakteristik unsur
 - 3.1.3 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium

- 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengatur ketebalan spesimen untuk uji TEM sesuai persyaratan
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam mengukur jarak antara titik pusat dan difraksi *spot* dan/atau cincin sesuai prosedur
 - 5.3 Ketelitian dan kecermatan dalam menghitung nilai *d-spacing* menggunakan rumus yang sesuai

KODE UNIT : M.72NTP02.008.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Sifat Termal secara Differential Scanning Calorimetry (DSC)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis sifat termal secara *Differential Scanning Calorimetry* (DSC).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis sifat termal secara DSC	1.1 Prinsip alat DSC diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian alat DSC diidentifikasi. 1.3 Karakteristik bahan Nanomaterial diidentifikasi. 1.4 Bentuk dan pola kurva DSC diidentifikasi. 1.5 Metode penentuan onset, endset, dan peak point kurva DSC diidentifikasi. 1.6 Metode penentuan sifat termal diidentifikasi. 1.7 Reaksi endoterm dan reaksi eksoterm dalam material diidentifikasi. 1.8 Sampel ditimbang dalam <i>sample pan</i> sesuai prosedur. 1.9 Sampel di-press di dalam <i>sample pan</i> sesuai dengan prosedur. 1.10 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan DSC	2.1 Laju alir gas nitrogen diatur sesuai prosedur. 2.2 Laju pemanasan diatur sesuai prosedur. 2.3 Rentang suhu diatur sesuai dengan karakteristik sampel yang diuji.
3. Menginterpretasikan data hasil analisis	3.1 Puncak transisi gelas, titik leleh, titik kristalisasi, puncak evaporasi, sublimasi, dekomposisi dan oksidasi-Reduksi ditentukan berdasarkan bentuk kurva DSC. 3.2 Titik <i>onset, endset, dan peak point</i> kurva DSC ditentukan sesuai dengan metode penentuan titik <i>onset, endset, dan peak point</i> . 3.3 Nilai entalpi, transisi gelas, titik leleh, titik kristalisasi, puncak evaporasi, sublimasi, dekomposisi dan oksidasi-Reduksi ditentukan berdasarkan kurva DSC yang telah diolah.

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis termal secara DSC, mengoperasikan DSC dan

- menginterpretasikan data hasil analisis dalam lingkup melaksanakan analisis termal secara DSC.
- 1.2 Metode penentuan *onset*, *endset*, dan *peak point* kurva DSC mencakup pertimbangan karakteristik bahan.
 - 1.3 Analisis termal secara DSC dilakukan terhadap material dalam bentuk padatan meliputi namun tidak terbatas pada Polimer dalam bentuk plastik, termoset, dan karet atau elastomer, komposit Polimer, material organik, dan bahan kimia secara umum.
 - 1.4 Sifat termal bahan meliputi namun tidak terbatas pada temperatur transisi gelas, temperatur kristalisasi, titik leleh, temperatur oksidasi, entalpi peleburan, entalpi kristalisasi, kapasitas panas, stabilitas termal, dekomposisi termal.
 - 1.5 Metode penentuan sifat termal meliputi namun tidak terbatas pada perhitungan, pembacaan titik potong garis singgung kurva, dan pembacaan puncak kurva.
 - 1.6 Sampel untuk DSC dapat berupa cairan maupun padatan (serbuk, granul, film, *fibrous material*).
 - 1.7 Persyaratan analisis secara DSC meliputi namun tidak terbatas pada penempatan sampel yang memungkinkan kontak termal yang baik antara sampel dan *sample pan*, serta antara *sample pan* dan pelat detektor.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen DSC
 - 2.1.2 Gas nitrogen
 - 2.1.3 Peralatan preparasi sampel
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis sifat termal secara DSC.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)

3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Struktur Polimer
 - 3.1.2 Transisi fasa
 - 3.1.3 Temperatur transisi gelas, temperatur kristalisasi, titik leleh dan temperatur oksidasi
 - 3.1.4 Skema dekomposisi material
 - 3.1.5 Prinsip penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Melakukan penipisan dan pendistribusian sampel pada permukaan secara homogen
 - 3.2.2 Melakukan kalibrasi temperatur dan panas
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
 - 4.3 Disiplin
5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam menimbang sampel dalam *sample pan* sesuai prosedur
 - 5.2 Kecermatan dan ketelitian dalam mem-*press* sampel dalam *sample pan* sesuai prosedur
 - 5.3 Titik *onset*, *endset*, dan *peak point* kurva DSC ditentukan sesuai dengan metode penentuan titik *onset*, *endset*, dan *peak point*

KODE UNIT : M.72NTP02.009.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Sifat Optis secara Spektrofotometri Ultraviolet-Visible (UV-Vis)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis sifat optis secara Spektrofotometri Ultraviolet-Visible (UV-Vis).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis sifat optis secara Spektrofotometri UV-Vis	1.1 Jenis dan sifat optis Nanomaterial diidentifikasi. 1.2 Pengoperasian spektrofotometer UV-Vis dilakukan sesuai prosedur. 1.3 Prinsip Spektrum diidentifikasi. 1.4 Jenis medium pendispersi diidentifikasi. 1.5 Sifat kelarutan antara medium pendispersi dengan Nanomaterial diidentifikasi. 1.6 Prinsip analisis kualitatif secara Spektrofotometri UV-Vis diidentifikasi. 1.7 Metode perhitungan nilai absorptivitas molar diidentifikasi. 1.8 Teknik pengolahan data diidentifikasi. 1.9 Teknik pembacaan kurva absorbansi diidentifikasi. 1.10 Jenis medium pendispersi dipilih berdasarkan kompatibilitas dengan jenis material. 1.11 Larutan uji disiapkan sesuai prosedur. 1.12 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan spektrofotometer UV-Vis	2.1 Panjang gelombang diatur sesuai rentang panjang gelombang karakteristik Nanomaterial. 2.2 Sumber radiasi dipilih sesuai rentang panjang gelombang yang dipelajari. 2.3 Larutan uji ditempatkan dalam kuvet sesuai persyaratan .
3. Menginterpretasikan sifat optis Nanomaterial berdasarkan Spektrum	3.1 Data Spektrum diolah menjadi kurva berdasarkan kebutuhan penggunaan data kualitatif. 3.2 Jenis Nanomaterial ditentukan berdasarkan kesesuaian panjang gelombang larutan uji dengan rentang panjang gelombang Spektrum karakteristik Nanomaterial 3.3 Sifat optis Nanomaterial diprediksikan berdasarkan pergeseran panjang gelombang dan bentuk Spektrum larutan uji. 3.4 Nilai absorptivitas molar dihitung menggunakan hukum Lambert-Beer.

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis sifat optis secara Spektrofotometri UV-Vis, mengoperasikan spektrofotometer UV-Vis dan menginterpretasikan sifat optis Nanomaterial berdasarkan Spektrum dalam lingkup melaksanakan analisis sifat optis secara Spektrofotometri UV-Vis.
 - 1.2 Analisis sifat optis Nanomaterial dilakukan terhadap larutan koloid Nanomaterial meliputi namun tidak terbatas pada nanologam dan nanokomposit berbasis nanologam.
 - 1.3 Sifat optis Nanomaterial mencakup panjang gelombang, pergeseran panjang dan absorbansi Spektrum Nanomaterial, serta absorptivitas molar Nanomaterial.
 - 1.4 Jenis medium pendispersi mencakup air, etanol dan pelarut lain yang tidak mengabsorpsi pada daerah UV-Vis.
 - 1.5 Teknik pengolahan data mencakup pengaturan rentang panjang gelombang yang representatif, tampilan *overlay* atau tunggal, dan dekonvolusi kurva.
 - 1.6 Persyaratan penempatan larutan uji dalam kuvet mencakup batasan volume larutan uji dalam kuvet, kebersihan kuvet dari kotoran termasuk lemak, minyak dan zat yang mengabsorpsi radiasi UV-Vis, permukaan kuvet yang kering, permukaan kuvet yang bebas dari goresan dan retakan.
 - 1.7 Karakteristik Nanomaterial mencakup ukuran, bentuk, interaksi antar partikel, dan keseragaman partikel.
 - 1.8 Bentuk Spektrum mencakup tajam atau melebarnya kurva dan bentuk kurva bimodal baik yang *overlap* maupun tidak.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen spektrofotometer Uv-Vis
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat pengolah data
 - 2.2.2 Alat penyimpan data
 - 2.2.3 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.4 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis sifat optis secara Spektrofotometri UV-Vis.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang

mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.

- 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Teori tentang Spektrum sampel
 - 3.1.2 Hukum Lambert-Beer
 - 3.1.3 Prinsip *like dissolve like*
 - 3.1.4 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
 - 3.2.2 Menggunakan aplikasi pengolah data
4. Sikap yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam memilih jenis medium pendispersi berdasarkan kompatibilitas dengan jenis material
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam menyiapkan larutan uji sesuai prosedur

KODE UNIT : M.72NTP02.010.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Komposisi Menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis komposisi menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis komposisi menggunakan XRF	1.1 Prosedur pengoperasian XRF diidentifikasi. 1.2 Jenis material Nanopartikel diidentifikasi. 1.3 Kondisi pengukuran diidentifikasi. 1.4 Waktu yang dibutuhkan untuk tiap kondisi diidentifikasi. 1.5 Karakteristik sinar yang dipancarkan diidentifikasi. 1.6 Metode preparasi sampel diidentifikasi. 1.7 Metode pengukuran XRF untuk menentukan komposisi Nanopartikel diidentifikasi. 1.8 Sampel Nanopartikel disiapkan sesuai prosedur analisis XRF. 1.9 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan alat XRF	2.1. Kondisi nitrogen dalam tabung mesin dicek sesuai prosedur. 2.2. Sampel ditempatkan dalam spektrometer XRF sesuai prosedur. 2.3. Komposisi Nanopartikel ditentukan sesuai prosedur.
3. Menginterpretasikan data analisis komposisi Nanopartikel	3.1 Kurva Spektrum tingkat energi diidentifikasi sesuai prosedur. 3.2 Komposisi Nanopartikel ditetapkan berdasarkan kurva Spektrum yang dihasilkan. 3.3 Persentase senyawa atau unsur dihitung secara matematis.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis komposisi menggunakan XRF, mengoperasikan XRF dan menginterpretasikan data analisis komposisi Nanopartikel dalam lingkup melaksanakan analisis komposisi menggunakan XRF.
 - 1.2 Kondisi pengukuran mengacu pada penggunaan tegangan 40kV untuk elemen Ti (22) dan di atasnya diikuti oleh 15 kV untuk elemen dari Mg ke Zn.
 - 1.3 Berdasarkan karakteristik sinar yang dipancarkan, elemen kimia dapat diidentifikasi dengan menggunakan WDXRF (*Wavelength Dispersive XRF*) dan EDXRF (*Energy Dispersive XRF*).
 - 1.4 Metode preparasi sampel mencakup sampel *liquid* dan sampel serbuk.

2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen XRF
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 - 2.2.3 Perangkat komputer dengan *software* pengolah data terkait
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis komposisi menggunakan XRF.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Pembentukan sinar-X
 - 3.1.2 Interaksi sinar-X dengan material
 - 3.1.3 Karakteristik sinar-X
 - 3.1.4 Dualisme gelombang-partikel
 - 3.1.5 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
 - 3.2.2 Menggunakan aplikasi pengolah data
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam menyiapkan sampel Nanopartikel sesuai prosedur analisis XRF
 - 5.2 Ketelitian dalam menetapkan komposisi Nanopartikel berdasarkan kurva Spektrum yang dihasilkan

KODE UNIT : M.72NTP02.011.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Komposisi Menggunakan Scanning Electron Microscope with Electron Dispersive X-ray (SEM-EDX)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis komposisi menggunakan Scanning Electron Microscope with Electron Dispersive X-ray (SEM-EDX).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis komposisi menggunakan SEM- EDX	1.1 Jenis dan karakteristik material Nanomaterial diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian SEM-EDX diidentifikasi. 1.3 Jenis holder diidentifikasi. 1.4 Jenis detektor diidentifikasi. 1.5 Metode preparasi sampel diidentifikasi. 1.6 Metode pengukuran SEM-EDX untuk menentukan komposisi Nanomaterial diidentifikasi. 1.7 Sampel Nanomaterial disiapkan sesuai prosedur analisis SEM-EDX. 1.8 Sampel dipastikan bersifat konduktor listrik. 1.9 <i>Coating</i> terhadap sampel dilakukan sesuai prosedur. 1.10 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan Alat SEM-EDX	2.1 Sampel dalam chamber dipastikan telah tersambung dengan <i>ground</i> . 2.2 <i>Accelerate Voltage</i> ditentukan sesuai dengan jenis dan karakteristik bahan. 2.3 Bagian sampel yang akan dianalisis dipilih untuk memperoleh gambar yang mewakili sampel. 2.4 Pembesaran optimal dipilih untuk mendapatkan gambar yang diinginkan. 2.5 <i>Working Distance</i> (WD) diatur sesuai dengan prosedur. 2.6 Koreksi absorpsi dilakukan sesuai prosedur. 2.7 Gambar direkam dan disimpan dalam <i>database</i> .
3. Menginterpretasikan data analisis komposisi	3.1 Distribusi komposisi/ <i>mapping</i> diinterpretasi sesuai prosedur. 3.2 Ketidaksesuaian hasil analisis diidentifikasi sesuai prosedur. 3.3 Komposisi Nanomaterial ditetapkan berdasarkan gambar dan energi Spektrum yang dihasilkan.

BATASAN VARIABEL

1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis komposisi menggunakan SEM-EDX, mengoperasikan SEM-EDX dan menginterpretasikan data analisis komposisi Nanopartikel dalam lingkup melaksanakan analisis komposisi menggunakan SEM-EDX.
 - 1.2 Jenis *holder* dapat berupa *grid* dan/atau *stub*.
 - 1.3 Untuk mengambil gambar struktur mikro digunakan dua detektor, yaitu detektor SE (*Secondary Electron*) yang cocok untuk pengambilan struktur permukaan, dan detektor BSE (*Back Scattered Electron*) yang dapat memberikan kontras pada bahan berdasarkan perbedaan fasa.
 - 1.4 Metode preparasi sampel meliputi namun tidak terbatas pada pembersihan, stabilisasi, *coating* untuk material tidak konduktif, penempatan sampel pada *chamber*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Perangkat SEM
 - 2.1.2 Sistem *Energy Dispersive X-ray* (EDX)
 - 2.1.3 Perangkat komputer dengan *software* pengolah data terkait
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Pinset
 - 2.2.2 Kertas *Tissue*
 - 2.2.3 Pita karbon berperekat
 - 2.2.4 Gas nitrogen
 - 2.2.5 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.6 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis komposisi menggunakan SEM-EDX.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)

3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Elektron Auger
 - 3.1.2 Gaya Lorentz
 - 3.1.3 Interaksi elektron dengan material
 - 3.1.4 Emisi BSE
 - 3.1.5 Karakteristik sinar-X
 - 3.1.6 Panjang gelombang sinar-X
 - 3.1.7 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
 - 3.2.2 Menggunakan aplikasi *word processing*
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam menginterpretasikan distribusi komposisi/*mapping* sesuai prosedur

KODE UNIT : M.72NTP02.012.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri FTIR	1.1 Prinsip dan teknis analisis Spektrofotometri FTIR diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian FTIR diidentifikasi. 1.3 Teknik pengolahan data Spektrum FTIR diidentifikasi. 1.4 Jenis dan interpretasi Spektrum FTIR diidentifikasi. 1.5 Jenis dan sifat medium pendispersi diidentifikasi. 1.6 Medium pendispersi dipilih sesuai kemampuannya dalam melarutkan sampel dan sifat absorpsinya. 1.7 Sampel disiapkan menggunakan teknik preparasi sesuai jenis sampel dan teknik pengukuran .
2. Mengoperasikan Spektrofotometri FTIR	2.1 Rentang bilangan gelombang diatur sesuai kebutuhan penggunaan data kualitatif. 2.2 Spektrum FTIR ditampilkan sesuai dengan kebutuhan data kualitatif.
3. Menginterpretasikan Spektrum FTIR	3.1 Gugus fungsional senyawa dalam sampel diidentifikasi berdasarkan rentang bilangan gelombang karakteristik tiap gugus fungsional. 3.2 Interaksi antar Molekul diidentifikasi berdasarkan perubahan bilangan gelombang, intensitas, dan bentuk Spektrum FTIR.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri FTIR, mengoperasikan Spektrofotometri FTIR dan menginterpretasikan Spektrum FTIR dalam lingkup melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri FTIR.
 - 1.2 Analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri FTIR dilakukan terhadap Nanomaterial dengan jenis meliputi namun tidak terbatas pada senyawa organik, Polimer organik dan anorganik, senyawa komposit organik-anorganik.
 - 1.3 Teknik pengolahan data Spektrum FTIR meliputi namun tidak terbatas pada pemilihan sumbu y dan rentang bilangan gelombang, *smoothing* kurva, dekonvolusi kurva.

- 1.4 Teknik preparasi sampel meliputi namun tidak terbatas pada teknik preparasi sampel serbuk, pasta, gel, menggunakan garam KBr atau garam lain yang sesuai fungsinya.
- 1.5 Jenis sampel meliputi namun tidak terbatas pada gas, cairan (dengan pelarut selain zat yang mengabsorpsi IR), pasta, gel, padatan serbuk dan film.
- 1.6 Teknik pengukuran meliputi namun tidak terbatas pada pengukuran transmittan, *Attenuated Total Reflectance* (ATR) dan *diffuse reflectance*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen spektrofotometer FTIR
 - 2.1.2 Peralatan preparasi sampel padat dan cair
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): masker, *goggles*, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri FTIR.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Struktur senyawa
 - 3.1.2 Teori tentang ikatan mencakup jenis ikatan, kekuatan ikatan, dan energi ikatan
 - 3.1.3 Spektrum FTIR karakteristik untuk gugus fungsional
 - 3.1.4 Senyawa yang dapat mengabsorpsi radiasi daerah IR
 - 3.1.5 Instrumentasi FTIR
 - 3.1.6 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium

- 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Melakukan pembuatan pelet dari padatan tertentu
 - 3.2.2 Menggunakan aplikasi pengolah data
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Kecermatan dan ketelitian dalam mengidentifikasi gugus fungsional senyawa sampel berdasarkan rentang bilangan gelombang karakteristik tiap gugus fungsional

KODE UNIT : M.72NTP02.013.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman	1.1 Prinsip dan teknik analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian spektrofotometer Raman diidentifikasi. 1.3 Fungsi dan kinerja spektrofotometer Raman diidentifikasi. 1.4 Teknik pengolahan data Spektrum Raman diidentifikasi. 1.5 Jenis dan interpretasi Spektrum Raman diidentifikasi. 1.6 Sampel disiapkan menggunakan teknik preparasi sesuai jenis sampel.
2. Mengoperasikan spektrofotometer Raman	2.1 Temperatur detektor diatur sesuai prosedur. 2.2 Laser dengan panjang gelombang yang dipilih dinyalakan sesuai prosedur. 2.3 Parameter kalibrasi diatur sesuai kebutuhan analisis kualitatif. 2.4 Instrumen dikalibrasi dengan standar sesuai prosedur. 2.5 Parameter instrumen diatur sesuai kebutuhan analisis. 2.6 Rentang bilangan gelombang diatur sesuai kebutuhan penggunaan data kualitatif. 2.7 Spektrum Raman ditampilkan sesuai dengan kebutuhan penggunaan data kualitatif.
3. Menginterpretasikan Spektrum Raman	3.1 Gugus fungsional senyawa dalam sampel diidentifikasi berdasarkan rentang bilangan gelombang karakteristik tiap gugus fungsional. 3.2 Interaksi antar Molekul diidentifikasi berdasarkan perubahan bilangan gelombang, intensitas dan bentuk Spektrum Raman.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman, mengoperasikan spektrofotometer Raman dan menginterpretasikan Spektrum Raman dalam lingkup melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman.

- 1.2 Analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman dilakukan terhadap Nanomaterial dengan jenis meliputi namun tidak terbatas pada senyawa organik, Polimer organik dan anorganik, material karbon, senyawa komposit organik- anorganik, senyawa organologam, komposit logam-organik.
- 1.3 Jenis sampel untuk analisis menggunakan spektroskopi Raman meliputi namun tidak terbatas pada gas, cairan, pasta, gel, padatan serbuk dan film.
- 1.4 Teknik pengolahan data Spektrum Raman meliputi namun tidak terbatas pada pemilihan sumbu y dan rentang bilangan gelombang, *smoothing* kurva, dekonvolusi kurva.
- 1.5 Parameter kalibrasi meliputi namun tidak terbatas pada *grating*, *slit width*, dan *hole size*.
- 1.6 Parameter instrumen meliputi namun tidak terbatas pada *exposure time*, *laser filter*, *spectrometer offset*, *photo-bleaching time*.
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen spektrofotometer Raman
 - 2.1.2 Peralatan preparasi sampel padat dan cair
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.2 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis interaksi antar Molekul secara Spektrofotometri Raman.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1. Pengetahuan
 - 3.1.1 Struktur senyawa
 - 3.1.2 Teori tentang ikatan mencakup jenis ikatan, kekuatan ikatan, dan energi ikatan

- 3.1.3 Klasifikasi senyawa berdasarkan *Raman active* dan *Raman inactive*
 - 3.1.4 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
- 3.2. Keterampilan
 - 3.2.1 Menggunakan aplikasi *spreadsheet*
- 4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Cermat
- 5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam menyiapkan sampel menggunakan teknik preparasi sesuai jenis sampel
 - 5.2 Ketelitian dan kecermatan dalam mengidentifikasi gugus fungsional senyawa dalam sampel berdasarkan rentang bilangan gelombang karakteristik tiap gugus fungsional

KODE UNIT : M.72NTP02.014.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Luas Permukaan Menggunakan Surface Area Analyzer (SAA)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis luas permukaan menggunakan *Surface Area Analyzer (SAA)*.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis luas permukaan	1.1 Prinsip adsorpsi dan desorpsi diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian instrumen <i>Surface Area</i> untuk analisis luas permukaan diidentifikasi 1.3 Pengetahuan tentang <i>surface area</i> diidentifikasi. 1.4 Sampel disiapkan sesuai prosedur. 1.5 Kondisi pengukuran diidentifikasi. 1.6 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan instrumen SAA	2.1 Kondisi operasi alat SAA untuk analisis luas permukaan diatur sesuai dengan prosedur. 2.2 Instrumen SAA dioperasikan sesuai prosedur.
3. Menginterpretasi data hasil analisis	3.1 Kurva isoterm tekanan relatif terhadap luas permukaan dibuat sesuai prosedur. 3.2 Interaksi Molekul diidentifikasi. 3.3 Kemampuan adsorpsi dan desorpsi material ditentukan sesuai standar <i>International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)</i> . 3.4 Metode penentuan luas permukaan diidentifikasi. 3.5 Luas permukaan ditentukan sesuai dengan metode BET.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis luas permukaan secara SAA, mengoperasikan instrumen SAA, dan menginterpretasikan data hasil analisis SAA.
 - 1.2 Kondisi operasi meliputi namun tidak terbatas pada suhu *degassing*, waktu *degassing* dan laju alir gas.
 - 1.3 Metode penentuan luas permukaan meliputi namun tidak terbatas pada metode Brunauer-Emmett-Teller (BET).
- 2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen SAA
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Aplikasi pengolah data
 - 2.2.2 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium

3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis luas permukaan menggunakan SAA.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Prinsip analisis luas permukaan dengan SAA
 - 3.1.2 Metode BET
 - 3.1.3 Karakteristik pori (mikro, meso, makro pori)
 - 3.1.4 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
(Tidak ada.)
4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Disiplin
 - 4.2 Teliti
 - 4.3 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengoperasikan instrumen SAA sesuai prosedur

KODE UNIT : M.72NTP02.015.1
JUDUL UNIT : Melaksanakan Analisis Pori menggunakan Surface Area Analyzer (SAA)
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam melaksanakan analisis pori menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pelaksanaan analisis ukuran pori	1.1 Prinsip adsorpsi dan desorpsi diidentifikasi. 1.2 Prosedur pengoperasian instrumen <i>Surface Area Analyzer</i> untuk analisis ukuran pori diidentifikasi. 1.3 Pengetahuan tentang volume pori, ukuran pori dan distribusi ukuran pori diidentifikasi. 1.4 Metode adsorpsi diidentifikasi. 1.5 Model isoterm adsorpsi diidentifikasi. 1.6 Adsorben dan larutan adsorbat disiapkan sesuai prosedur. 1.7 Sampel disiapkan sesuai prosedur. 1.8 Kondisi pengukuran diidentifikasi. 1.9 K3 diterapkan sesuai prosedur.
2. Mengoperasikan instrumen SAA	2.1 Kondisi operasi alat SAA untuk analisis ukuran pori diatur sesuai dengan prosedur. 2.2 Instrumen SAA dioperasikan sesuai prosedur.
3. Menginterpretasi data hasil analisis	3.1 Kinetika adsorpsi desorpsi diidentifikasi. 3.2 Kurva isoterm tekanan relatif terhadap volume pori dibuat sesuai prosedur. 3.3 Interaksi Molekul diidentifikasi. 3.4 Kemampuan adsorpsi dan desorpsi material ditentukan sesuai standar <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i> (IUPAC). 3.5 Metode penentuan ukuran pori diidentifikasi. 3.6 Klasifikasi ukuran pori diidentifikasi dengan metode yang digunakan. 3.7 Ukuran pori ditentukan sesuai dengan metode yang digunakan. 3.8 Data kapasitas adsorpsi berdasarkan model isoterm adsorpsi yang dipilih ditetapkan sesuai prosedur.

BATASAN VARIABEL

- 1. Konteks variabel
 - 1.1 Unit kompetensi ini berlaku untuk kegiatan menyiapkan pelaksanaan analisis ukuran pori secara SAA.
 - 1.2 Metode adsorpsi meliputi namun tidak terbatas pada metode *batch* dan kontinyu.

- 1.3 Model isoterm adsorpsi meliputi namun tidak terbatas pada model isoterm adsorpsi Langmuir, Freundlich, Dubinin Radushkevich, Temkin, Redlich-Peterson.
 - 1.4 Adsorben dan larutan adsorbat meliputi namun tidak terbatas pada pembuatan larutan, pengaturan derajat keasaman (pH) optimum dan konsentrasi optimum.
 - 1.5 Kondisi operasi meliputi namun tidak terbatas pada suhu *degassing*, waktu *degassing* dan laju alir gas.
 - 1.6 Metode penentuan ukuran pori meliputi namun tidak terbatas pada metode Langmuir, Barrett-Joyner-Halenda (BJH), metode Dollimore Heal (DH), metode Saito-Foley (SF).
2. Peralatan dan perlengkapan
 - 2.1 Peralatan
 - 2.1.1 Instrumen SAA
 - 2.2 Perlengkapan
 - 2.2.1 Aplikasi pengolah data
 - 2.2.2 Alat Tulis Kantor (ATK)
 - 2.2.3 Alat Pelindung Diri (APD): *goggles*, masker, sarung tangan, dan jas laboratorium
 3. Peraturan yang diperlukan
(Tidak ada.)
 4. Norma dan standar
 - 4.1 Norma
(Tidak ada.)
 - 4.2 Standar
(Tidak ada.)

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks penilaian
 - 1.1 Penilaian dilakukan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam melaksanakan analisis pori menggunakan SAA.
 - 1.2 Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang mempresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktik.
 - 1.3 Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktik dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di tempat uji kompetensi (TUK).
2. Persyaratan kompetensi
(Tidak ada.)
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Prinsip analisis luar permukaan dengan SAA
 - 3.1.2 Metode Langmuir, t-plot, BJH, DH, dan SF
 - 3.1.3 Karakteristik pori (mikro, meso, makro pori)
 - 3.1.4 Prinsip penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium
 - 3.2 Keterampilan
(Tidak ada.)

4. Sikap kerja yang diperlukan
 - 4.1 Disiplin
 - 4.2 Teliti
 - 4.3 Cermat
5. Aspek kritis
 - 5.1 Ketelitian dan kecermatan dalam mengoperasikan instrumen SAA sesuai prosedur

BAB III PENUTUP

Dengan ditetapkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Bidang Rekayasa Nanomaterial, maka SKKNI ini menjadi acuan dalam penyusunan jenjang kualifikasi nasional, penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan, dan sertifikasi kompetensi.

MENTERI KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA,

