

**VALIDASI METODE PENETAPAN KADAR AIR DALAM TEPUNG
BERAS MENGGUNAKAN *MOISTURE ANALYZER* SECARA
GRAVIMETRI DI PT INDOFOOD FORTUNA MAKMUR**

SALSABILA SAPUTRI

NIM 2018735

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA
ANALISIS KIMIA**



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK AKA BOGOR
BOGOR
2023**

**VALIDASI METODE PENETAPAN KADAR AIR DALAM TEPUNG
BERASMENGGUNAKAN MOISTURE ANALYZER SECARA
GRAVIMETRI DI PT INDOFOOD FORTUNA MAKMUR**

LAPORAN PRAKTIK KERJA INDUSTRI
Digunakan Guna Melengkapi Syarat Pendidikan Diploma Tiga
Program Studi Analisis Kimia

Oleh :
SALSABILA SAPUTRI
NIM 2018735

Menyetujui,

Pembimbing I



Ditanda tangani secara digital oleh :
Dr. HERAWATI , M.Si

Pembimbing II



Ditanda tangani secara digital oleh :
M SUGENG RISYANTO S.T

Mengetahui,

Direktur Politeknik AKA Bogor



Ditanda tangani secara digital oleh :
HENNY ROCHAENI, M.Pd

POLITEKNIK AKA BOGOR
BOGOR
2023

PRAKATA

Segala puji dan syukur selalu terpanjatkan kepada kehadiran Allah SWT. yang karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan praktik kerja industri yang berjudul “Validasi Metode Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan *Moisture Analyzer* Secara Gravimetri di PT Indofood Fortuna Makmur”. Laporan praktik kerja industri ini disusun untuk memenuhi syarat penyelesaian program pendidikan diploma tiga di Politeknik AKA Bogor. Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, terutama kepada:

1. **Ibu Dr. Herawati, M. Si.,** sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi, kritik, dan saran selama masa praktik kerja industri dan juga dalam mendukung penyusunan laporan ini.
2. **Bapak M Sugeng Risyanto, S.T.,** sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, dan kehangatan selama melaksanakan praktik kerja industri.
3. **Ibu Bella Mellisani, M.Sc.** dan **Ibu Ardina Purnama Tirta, M.Si.,** sebagai penguji seminar dan sidang tugas akhir yang telah memberi bimbingan, arahan, dan waktunya selama penyusunan tugas akhir ini.
4. **Ibu Henny Rochaeni, M.Pd.,** selaku Direktur Politeknik AKA Bogor, beserta staf pengajar dan *civitas* akademik atas bekal ilmu pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis.
5. **Bapak Dr. Supriyono, M.Si.,** dosen wali yang telah memberikan motivasi serta bimbingannya selama menjalani perkuliahan di Politeknik AKA Bogor.
6. **Pak Ali, Kak Nadira, dan Seluruh Karyawan Departemen PDQC, PT Indofood Fortuna Makmur,** atas semua dukungan, arahan, saran, kisah hidup, serta kebersamaannya selama penulis melaksanakan praktik kerja industri.
7. **Keluarga dan Orang Terdekat,** atas perhatian, kasih sayang, dukungan dan pengorbanan serta doa tulus yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan dengan baik.

8. **Keluarga Chaka Constellation dan Jurnalika**, yang telah memberikan pembelajaran hidup, ketenangan, kehangatan, kenangan, dan semangat yang tak ternilai harganya selama menjalani perkuliahan di Politeknik AKA Bogor.
9. **Iqbal dan Nurul**, yang telah kebersamai dan menjadi tempat berkeluh kesah penulis selama masa praktik kerja industri, serta menjadi tempat berdiskusi dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Tangerang, Mei 2023

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
BAB II PELAKSANAAN PRAKTIK KERJA INDUSTRI	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Bahan dan Alat	4
2.2.1 Bahan	4
2.2.2 Alat	4
2.3 Cara Kerja	4
2.3.1 Tahap Persiapan Sampel	5
2.3.2 Tahap Pengujian	5
2.3.2.1 Penetapan Kadar Air Menggunakan <i>Moisture Analyzer</i>	5
2.3.2.2 Penetapan Kadar Air Menggunakan Oven	5
2.3.2.3 Uji Ketegaran (<i>Ruggedness</i>)	6
2.3.2.4 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran	6
2.3.3 Tahap Pengolahan Data	7
2.3.3.1 Uji Ketegaran (<i>Ruggedness</i>)	7
2.3.3.2 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran	8
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	12
3.1 Uji Ketegaran (<i>Ruggedness</i>)	13
3.2 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran	16
BAB IV SIMPULAN	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	26

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Hasil Validasi Metode Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Secara Gravimetri dengan Syarat Keberterimaan.....	12
2. Hasil Uji F Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan <i>Moisture Analyzer</i> dan Oven Secara Gravimetri	14
3. Hasil Uji t Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan <i>Moisture Analyzer</i> dan Oven Secara Gravimetri	15
4. Hasil Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan <i>Moisture Analyzer</i> Secara Gravimetri.....	17
5. Hasil Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan Oven Secara Gravimetri.....	20



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Diagram Fishbone Sumber-Sumber Ketidakpastian Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Secara Gravimetri	6
2. Diagram Kontribusi Sumber-Sumber Ketidakpastian Penetapan Kadar Air Menggunakan Moisture Analyzer Secara Gravimetri	19
3. Diagram Kontribusi Sumber-Sumber Ketidakpastian Penetapan Kadar Air Menggunakan Oven Secara Gravimetri	22



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Ringkasan Praktik Kerja Industri.....	27
2. Hasil Penimbangan dan Perhitungan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan Moisture Analyzer dan Oven Secara Gravimetri	42
3. Laporan Pengesahan Hasil Validasi Metode Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan Moisture Analyzer Secara Gravimetri	44
4. Perhitungan Hasil Uji Ruggedness Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan Moisture Analyzer dan Oven Secara Gravimetri	45
5. Tabel Uji F dan Uji t.....	47
6. Perhitungan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan Moisture Analyzer dan Oven Secara Gravimetri	48



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Indofood Fortuna Makmur merupakan anak perusahaan dari PT Indofood CBP Sukses Makmur (ICBP) yang bergerak di bidang pangan khususnya makanan ringan (*Snack Food Division*). Perusahaan ini memproduksi berbagai macam makanan ringan yang terbuat dari kentang, singkong, jagung, dan kedelai serta makanan ringan yang diekstrusi. Ekstrusi merupakan suatu metode yang terdiri dari pencampuran, pemanasan, pemotongan dan pencetakan bahan pangan hingga dihasilkan *puff* kering (FELLOWS, 2009). Makanan ringan yang dibuat melalui proses ekstrusi disebut juga makanan ringan ekstrudat yang berasal dari bahan baku tepung dan atau pati untuk pangan dengan penambahan bahan makanan lain serta bahan tambahan makanan lain yang diizinkan dengan atau tanpa melalui proses penggorengan (BADAN STANDARDISASI NASIONAL, 2000). Salah satu jenis bahan makanan yang digunakan dalam proses pengolahan makanan ringan ekstrudat adalah tepung beras. Tepung beras diperoleh dari penggilingan atau penumbukan beras dan sering digunakan untuk pembuatan berbagai produk olahan, seperti roti, biskuit, kue, dan lain-lain. Tepung beras memiliki karakteristik berwarna putih agak transparan, terasa lembut dan halus bila diraba dengan jari.

Tepung beras yang merupakan bahan baku perlu dilakukan pengujian. Salah satu parameter penting dalam pengujian kualitas tepung beras adalah kadar air. Kadar air yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas, keamanan pangan, dan umur simpan produk karena jika kadar air melebihi atau kurang dari standar perusahaan akan mempengaruhi rasa, tekstur, serta memicu pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, PT Indofood Fortuna Makmur perlu memastikan bahwa metode yang digunakan untuk mengukur kadar air dalam produk makanan dapat akurat dan valid.

Metode standar yang digunakan untuk mengukur kadar air di PT Indofood Fortuna Makmur yaitu IFL-QA 001A yang mengacu pada SNI 3549-2009 tentang Tepung Beras. Metode ini melibatkan pemanasan sampel produk pada suhu tinggi dalam oven untuk menguapkan air yang terkandung di dalamnya. Kadar air dihitung berdasarkan perbedaan bobot sampel sebelum dan setelah proses

pemanasan. Metode ini telah digunakan dan terbukti akurat selama bertahun-tahun. Namun, penggunaan oven memiliki beberapa keterbatasan. Proses pengeringan yang dilakukan dalam oven membutuhkan waktu yang relatif lama dan memerlukan penanganan manual yang lebih banyak sehingga dapat menghambat efisiensi dan kecepatan pengujian. Untuk mengatasi keterbatasan metode yang menggunakan oven, maka penggunaan *moisture analyzer* dapat digunakan sebagai alternatif yang lebih cepat dan efisien. *Moisture analyzer* menggunakan prinsip pemanasan yang memanfaatkan lampu inframerah atau halogen sebagai sumber panas sehingga air dalam suatu bahan akan menguap. Metode ini dapat memberikan hasil dalam waktu singkat dengan akurasi yang tinggi (KENKEL, 2003). Keunggulan ini dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam mengukur kadar air dalam produk makanan.

Menurut KUMALASARI (2012), waktu yang dibutuhkan untuk mengukur kadar air dalam produk makanan menggunakan *moisture analyzer* rata-rata hanya membutuhkan waktu antara (3-15) menit tiap sampel tergantung jenis sampelnya. Selain itu, tahapan penimbangan dan pengeringan sampel serta perhitungan hasil kadar air seluruhnya dapat dilakukan hanya dengan satu alat. Sebelum mengimplementasikan penggunaan *moisture analyzer* sebagai alternatif dalam pengujian kadar air, perlu dilakukan validasi metode untuk membuktikan metode tersebut menghasilkan data yang valid dan dapat digunakan sebagai analisis rutin di PT Indofood Fortuna Makmur.

Validasi metode adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu berdasarkan percobaan laboratorium untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi syarat penggunaannya. Parameter analisis yang harus dipertimbangkan dalam validasi metode adalah ketepatan (akurasi), ketelitian (presisi), selektivitas (spesifisitas), linearitas dan rentang, batas deteksi dan batas kuantitas, ketangguhan (*ruggedness*) dan kekuatan metode (*robustness*) serta estimasi ketidakpastian pengukuran (EURACHEM, 2014). Validasi metode penetapan kadar air dalam tepung beras mengacu pada SNI 3549-2009 tentang Tepung Beras yang dimodifikasi menggunakan *moisture analyzer* dengan parameter *ruggedness* dan estimasi ketidakpastian pengukuran.

1.2 Tujuan

Validasi metode penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* bertujuan untuk membuktikan bahwa penggunaan *moisture analyzer* dapat menghasilkan data yang lebih akurat dan valid dibandingkan dengan penggunaan oven yang selama ini digunakan. Data hasil pengujian yang diperoleh dengan uji kinerja *ruggedness* dan estimasi ketidakpastian dibandingkan dengan syarat keberterimaan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Apabila memenuhi syarat keberterimaan, maka penggunaan *moisture analyzer* dapat digunakan sebagai alternatif pengganti oven dalam pengujian kadar air secara rutin di PT Indofood Fortuna Makmur.

1.3 Manfaat

1. Bagi Perusahaan, percobaan validasi ini memiliki beberapa manfaat penting. Pertama, *moisture analyzer* yang terbukti valid dapat mempercepat proses pengukuran dan waktu pengujian. Kedua, akurasi dan presisi yang lebih baik dapat membantu perusahaan memastikan kualitas produk yang konsisten dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Ketiga, dengan menggunakan metode yang lebih efisien dan akurat, perusahaan dapat mengurangi risiko kontaminasi silang dan kerugian produksi yang disebabkan oleh produk dengan kadar air yang tidak sesuai.
2. Bagi penulis, dapat menambah pengetahuan dan meningkatkan kemampuan dalam bidang validasi metode dan analisis pangan serta dapat mengimplementasikan pengetahuan yang telah didapatkan selama perkuliahan. Selain itu, pengujian ini sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III di Politeknik AKA Bogor.
3. Bagi pembaca, dapat menambah informasi dan wawasan lebih mengenai validasi metode khususnya pengujian kadar air menggunakan *moisture analyzer*.

BAB II PELAKSANAAN PRAKTIK KERJA INDUSTRI

2.1 Waktu dan Tempat

Percobaan ini merupakan bagian dari kegiatan praktik kerja industri yang berlangsung selama 5 bulan, mulai dari bulan Februari 2023 sampai dengan bulan Juli 2023. Praktik kerja industri dilaksanakan di Laboratorium *Quality Control* PT Indofood Fortuna Makmur yang berlokasi di Jalan Bhumimas II No.5, Talaga Kecamatan Cikupa, Kabupaten Tangerang, Banten. Ringkasan kegiatan praktik kerja industri dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.2 Bahan dan Alat

2.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu bahan baku produk makanan ringan ekstrudat berupa tepung beras.

2.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam percobaan ini terdiri dari alat utama dan penunjang. Alat utama yang digunakan, yaitu oven *Memmert UN500* dengan ketelitian $\pm 1^{\circ}\text{C}$, desikator, *analytical balance Mettler Toledo MS204S* dengan ketelitian $\pm 0,0001\text{ g}$, dan *moisture analyzer Mettler Toledo HC103*. Alat penunjang yang digunakan, yaitu gegep, nampan, botol timbang, sendok, penjepit makanan, dan kuas.

2.3 Cara Kerja

Percobaan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu persiapan, pengujian, dan pengolahan data. Tahap persiapan meliputi pengambilan sampel bahan baku tepung beras. Tahap pengujian meliputi penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* dan oven, uji *ruggedness* dan estimasi ketidakpastian pengukuran. Tahap pengolahan data dilakukan secara statistik dengan menghitung rata-rata ($\bar{x}$), standar deviasi (SD), uji F dan uji t, dan estimasi ketidakpastian pengukuran.

2.3.1 Tahap Persiapan Sampel

Bahan baku tepung beras dikirim oleh *supplier* dan disimpan di tempat bahan baku. Sampling tepung beras dilakukan oleh petugas *Quality Control Raw Material* (QCRM) sebanyak 200 g dan dimasukkan ke wadah aluminium lalu direkatkan dengan alat *seal*.

2.3.2 Tahap Pengujian

2.3.2.1 Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan *Moisture Analyzer*

Moisture analyzer dinyalakan lalu diatur waktu dan suhu pengujian yaitu 6 menit dan 130°C. Bagian penutup pada alat dibuka, pan aluminium dibersihkan dan diletakkan pada tempat alas. Bagian penutup ditutup kembali (alat akan melakukan *tare* secara otomatis). Sampel tepung beras ditimbang 3 g dan diratakan di atas pan aluminium kemudian alat ditutup kembali. Ditekan tombol start pada alat dan sampel tepung beras dipanaskan oleh lampu halogen hingga layar pada alat menunjukkan hasil lalu dicatat sebagai kadar air.

2.3.2.2 Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan Oven

Botol timbang kosong ditimbang menggunakan neraca analitik dan dicatat sebagai bobot botol kosong (W_0). Kemudian sampel tepung beras ditimbang teliti masing-masing sebanyak 3 g ke dalam botol timbang dengan sembilan kali pengulangan dan dicatat sebagai bobot botol timbang dengan tepung beras sebelum pemanasan (W_1). Botol timbang yang telah berisi tepung beras dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 130°C selama 1 jam. Botol timbang dikeluarkan dari oven, lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Setelah itu botol timbang ditimbang menggunakan neraca analitik hingga mendapatkan bobot tetap dan dicatat sebagai bobot botol timbang dengan tepung beras sesudah pemanasan (W_2). Kadar air dalam tepung beras dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100\%$$

Keterangan

W_1 : bobot botol timbang kosong + tepung beras sebelum dipanaskan (g)

W_2 : bobot botol timbang kosong + tepung beras setelah dipanaskan (g)

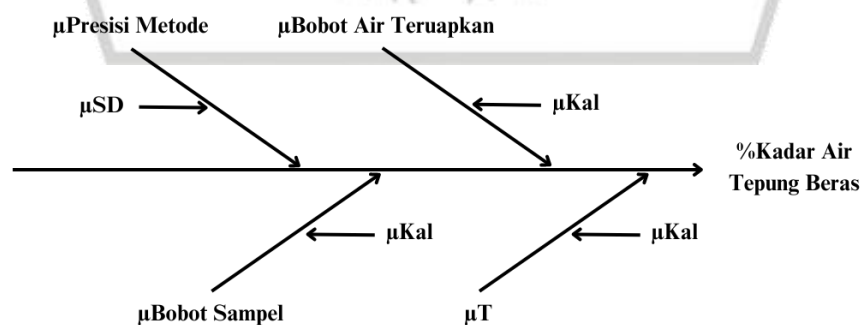
W : bobot tepung beras (g) ($W_1 - W_0$)

2.3.2.3 Uji Ketegaran (*Ruggedness*)

Pengujian ini dilakukan sebanyak sembilan kali pengulangan menggunakan instrumen *moisture analyzer* dan oven. Hasil analisis menggunakan *moisture analyzer* dibandingkan dengan nilai acuan pada hasil analisis dengan oven dan dihitung menggunakan perhitungan statistik uji F dan uji t. Kemudian dievaluasi terhadap standar keberterimaan (akurasi dan presisi) sesuai syarat keberterimaan yang digunakan. Suatu metode dikatakan tegar apabila nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dan $t_{hitung} < t_{tabel}$ (MILLER & MILLER, 2005).

2.3.2.4 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

Estimasi ketidakpastian dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu membuat bagan kerja, menentukan rumus dan mendefinisikan besaran yang diukur, menetapkan sumber-sumber ketidakpastian dan membuat estimasi ketidakpastian dengan diagram *fishbone*, menghitung ketidakpastian gabungan dan diperluas dan membuat hasil uji dengan nilai ketidakpastian. Nilai ketidakpastian akan dihitung menggunakan perhitungan secara statistika dari setiap bagian yang dianggap menyumbang nilai ketidakpastian. Diagram *fishbone* sumber-sumber ketidakpastian penetapan kadar air dalam tepung beras secara gravimetri dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram *Fishbone* Sumber-Sumber Ketidakpastian Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Secara Gravimetri

2.3.3 Tahap Pengolahan Data

2.3.3.1 Uji Ketegaran (*Ruggedness*)

Uji F digunakan untuk menguji ragam (simpangan baku) dari dua populasi atau lebih, berbeda nyata atau tidak berbeda nyata sebagai evaluasi dari uji presisi (ketelitian). Data yang diuji ragamnya adalah data kadar air dengan sembilan kali pengulangan yang berasal dari kedua metode yang diuji. Menurut **MILLER & MILLER** (2005), tahapan pengolahan data untuk uji F dua arah sebagai berikut :

Hipotesis

H₀ : $\sigma_1 = \sigma_2$ (ragam kedua populasi tidak berbeda nyata)

H₁ : $\sigma_1 \neq \sigma_2$ (ragam kedua populasi berbeda nyata)

F_{hitung} : $\frac{SB_1^2}{SB_2^2}$, dengan $SB_1^2 > SB_2^2$

F_{tabel} : (α , db)

α : 5%

Keterangan

SB : Simpangan baku (%)

Db : Derajat bebas ($n_1-1; n_2-1$)

α : Taraf nyata

Keputusan

Jika F_{hitung} < F_{tabel} maka H₀ diterima, artinya ragam kedua populasi tidak berbeda nyata (presisi kedua metode diterima).

Jika F_{hitung} > F_{tabel} maka H₁ ditolak, artinya ragam kedua populasi berbeda nyata (presisi kedua metode ditolak).

Uji t digunakan untuk menguji rata-rata dari dua populasi atau lebih, berbeda nyata atau tidak berbeda nyata sebagai evaluasi dari uji akurasi (ketepatan). Data yang diuji rata-ratanya adalah data kadar air dengan sembilan kali pengulangan yang berasal dari kedua metode yang diuji. Menurut **MILLER & MILLER** (2005), tahapan pengolahan data untuk uji t sebagai berikut :

Hipotesis

H₀ : $\mu_1 = \mu_2$ (rata-rata kedua populasi tidak berbeda nyata)

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$ (rata-rata kedua populasi berbeda nyata)

α : 5%

Jika ragam populasi tidak berbeda nyata (formula 1) :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \text{ dengan } s^2 = \frac{\{(n_1-1)SB_1^2 + (n_2-1)SB_2^2\}}{(n_1+n_2-2)}$$

t_{tabel} : $t_{\alpha/2}$, dengan db = $n_1 + n_2 - 2$

Jika ragam populasi berbeda nyata (formula 2) :

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{SB_1^2}{n_1} + \frac{SB_2^2}{n_2}}}$$

t_{tabel} : $t_{\alpha/2}$, dengan db diperoleh dari perhitungan sebagai berikut,

$$db = \left\{ \frac{\frac{SB_1^2}{n_1} + \frac{SB_2^2}{n_2}}{\left(\frac{SB_1^2}{n_1} \right)^2 + \left(\frac{SB_2^2}{n_2} \right)^2} \right\} - 2$$

Keterangan :

SB : Simpangan baku (%)

s^2 : Simpangan baku gabungan (%)

db : Derajat bebas

α : Taraf nyata

$\bar{x}$: Rata-rata kadar air (%)

n : Jumlah pengulangan

Keputusan :

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima, maka rata-rata kedua populasi tidak berbeda nyata (akurasi kedua metode diterima).

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_1 ditolak, maka rata-rata kedua populasi berbeda nyata (akurasi kedua metode ditolak).

2.3.3.2 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

Menurut RIYANTO (2014), dalam menentukan ketidakpastian suatu pengukuran terdapat dua tipe yang digunakan, yaitu ketidakpastian tipe A dan tipe B. Tipe A merupakan ketidakpastian yang berasal dari penentuan dengan metode

statistik, yaitu dengan standar deviasi yang diperoleh dari hasil pengulangan sampel menggunakan metode yang tervalidasi. Hal ini dilakukan pada analisis dan metode yang sama, serta waktu yang berdekatan. Tipe B merupakan ketidakpastian yang berasal dari informasi ilmiah, seperti sertifikat kalibrasi alat ataupun jurnal ilmiah.

Setelah menentukan sumber-sumber ketidakpastian, dilakukan kuantifikasi nilai ketidakpastian yang berasal dari masing-masing sumber. Data ketidakpastian yang berasal dari masing-masing sumber perlu dikonversi terlebih dahulu menjadi ketidakpastian baku (μ) agar dapat digunakan dalam perhitungan ketidakpastian. Tahap terakhir dari perhitungan ketidakpastian adalah mengalikan ketidakpastian gabungan (μ_x) dengan suatu faktor cakupan (k) ketidakpastian untuk mendapatkan nilai ketidakpastian diperluas (U) dengan tingkat kepercayaan tertentu.

2.3.3.4.1 Ketidakpastian Baku Asal Presisi Metode (μ_{PM})

$$\mu_{PM} = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

Keterangan

μ_{PM} : Ketidakpastian baku asal presisi metode (%)

SD : Standar deviasi (%)

n : Jumlah pengulangan pengujian

2.3.3.4.2 Ketidakpastian Baku Asal Bobot Air Teruapkan ($\mu(W1-W2)$)

$$\mu(W1-W2) = \sqrt{(\mu W1)^2 + (\mu W2)^2}$$

$$\mu W = \frac{U_{neraca}}{k}$$

Keterangan

U_{neraca} : Ketidakpastian neraca (sertifikat kalibrasi neraca) (g)

k : Faktor cakupan (tingkat kepercayaan 95% ($k=2$))

$\mu(W1-W2)$: Ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan (g)

2.3.3.4.3 Ketidakpastian Baku Asal Temperatur Alat (μ_T)

$$\mu_{Kal \text{ termometer}} = \frac{U_{termometer}}{k}$$

$$\mu T = \sqrt{2 \times (\mu \text{Kal termometer})^2}$$

Keterangan

$\mu \text{Kal termometer}$: Ketidakpastian asal kalibrasi termometer alat ($^{\circ}\text{C}$)

$U \text{ termometer}$: Ketidakpastian termometer (sertifikat kalibrasi) ($^{\circ}\text{C}$)

K : Faktor cakupan (tingkat kepercayaan 95% ($k=2$))

μT : Ketidakpastian baku asal temperatur alat ($^{\circ}\text{C}$)

2.3.3.4.4 Ketidakpastian Baku Asal Penimbangan Bobot Sampel (μW)

$$\mu \text{Kal neraca} = \frac{U \text{ neraca}}{k}$$

$$\mu W = \sqrt{2 \times (\mu \text{Kal neraca})^2}$$

Keterangan

$\mu \text{Kal neraca}$: Ketidakpastian asal kalibrasi neraca alat (g)

$U \text{ neraca}$: Ketidakpastian neraca (sertifikat kalibrasi neraca) (g)

K : Faktor cakupan (tingkat kepercayaan 95% ($k=2$))

μW : Ketidakpastian baku asal penimbangan bobot sampel (g)

2.3.3.4.5 Ketidakpastian Gabungan (μgab)

$$\mu \text{gab} = \% \text{ Kadar air tepung beras} \times \sqrt{\left(\frac{\mu \text{PM}}{\text{PM}}\right)^2 + \left(\frac{\mu(W1-W2)}{(W1-W2)}\right)^2 + \left(\frac{\mu W}{W}\right)^2 + \left(\frac{\mu T}{T}\right)^2}$$

Keterangan

μgab : Ketidakpastian gabungan (%)

μPM : Ketidakpastian baku asal presisi metode (%)

PM : Hasil presisi metode (%)

$\mu(W1-W2)$: Ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan (g)

$(W1-W2)$: Bobot air teruapkan (g)

μW : Ketidakpastian baku asal penimbangan bobot sampel (g)

W : Bobot sampel (g)

μT : Ketidakpastian baku asal temperatur alat ($^{\circ}\text{C}$)

T : Temperatur alat ($^{\circ}\text{C}$)

2.3.3.4.6 Ketidakpastian Diperluas (U)

$$U = k \times \mu_{gab}$$

Keterangan

U : Ketidakpastian diperluas (%)

μ_{gab} : Ketidakpastian gabungan (%)

k : Faktor cakupan (tingkat kepercayaan 95% (k=2))

2.3.3.4.7 Pelaporan Hasil Uji

$$\text{Hasil uji kadar air} = (\text{Kadar air} \pm U) \%$$

2.3.3.4.8 Ketidakpastian Relatif (KR)

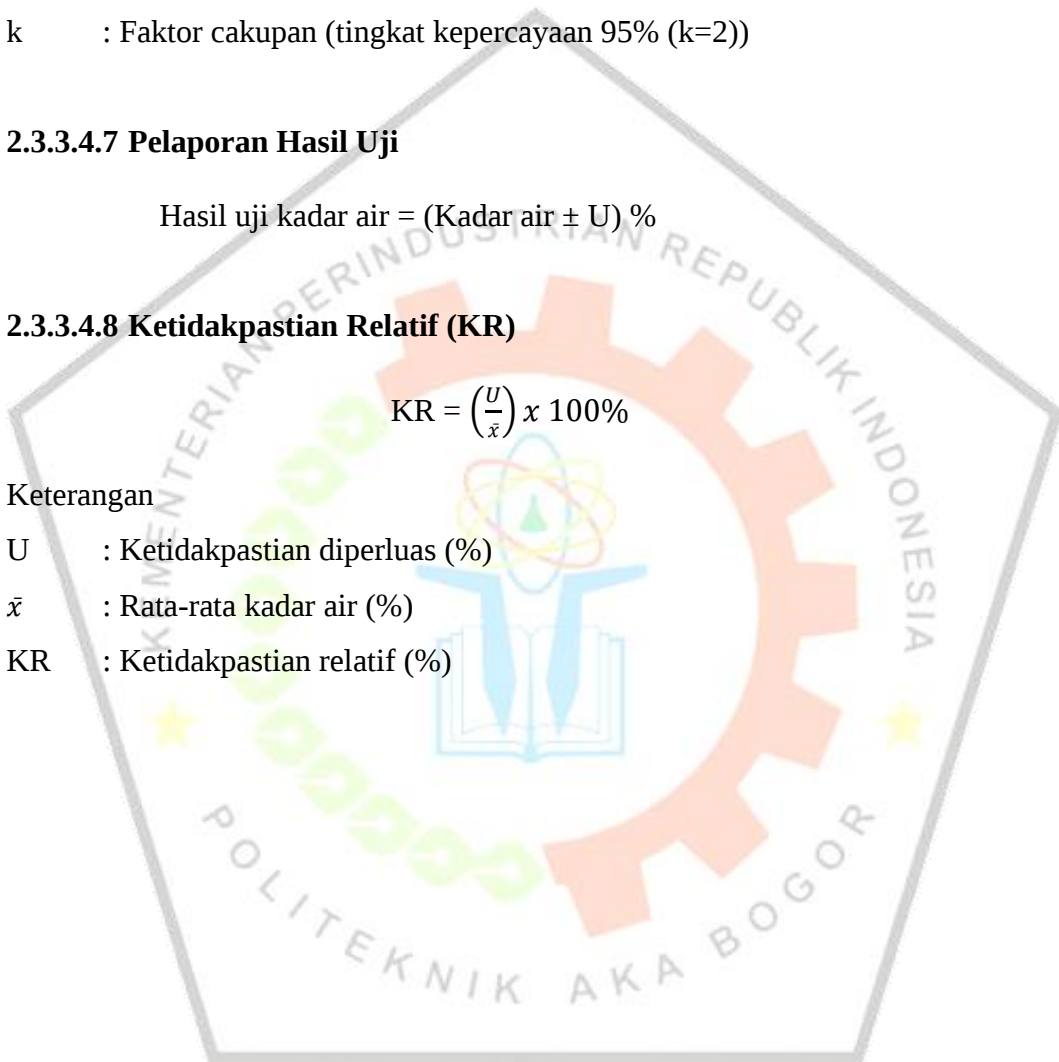
$$KR = \left(\frac{U}{\bar{x}} \right) \times 100\%$$

Keterangan

U : Ketidakpastian diperluas (%)

$\bar{x}$: Rata-rata kadar air (%)

KR : Ketidakpastian relatif (%)



BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan oven secara gravimetri mengacu pada SNI 3549-2009 tentang Tepung Beras. Metode tersebut dimodifikasi menggunakan instrumen *moisture analyzer* dengan suhu 130°C selama 6 menit. Validasi ini bertujuan untuk membuktikan bahwa instrumen *moisture analyzer* dapat digunakan sebagai alternatif metode pengujian kadar air tepung beras yang lebih cepat dan efisien dibanding dengan penggunaan oven yang selama ini dilakukan. Berdasarkan pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan, diperoleh hasil validasi metode penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* dengan parameter validasi meliputi uji ketegaran (*ruggedness*) yang dievaluasi dengan keberterimaan presisi menggunakan uji F dan akurasi menggunakan uji t dan estimasi ketidakpastian pengukuran. Data hasil penimbangan dan perhitungan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* dan oven secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2 dan laporan pengesahan hasil validasi metode dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil uji kinerja *ruggedness* dan estimasi ketidakpastian kemudian dibandingkan dengan syarat keberterimaan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Metode Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Secara Gravimetri dengan Syarat Keberterimaan.

Parameter		Hasil Pengujian	Syarat Keberterimaan	Acuan	Kesimpulan
<i>Ruggedness</i>	Presisi	$F_{hitung} (3,10) < F_{tabel} (3,44)$	$F_{hitung} < F_{tabel}$	(MILLER & MILLER, 2005)	Memenuhi Syarat
	Akurasi	$t_{hitung} (0,53) < t_{tabel} (2,12)$	$t_{hitung} < t_{tabel}$	(MILLER & MILLER, 2005)	Memenuhi Syarat
Ketidakpastian Pengukuran	<i>Moisture Analyzer</i>	Kadar Air = 12,44 % U = 0,24 %	U < Hasil Uji	(EURACHEM, 2014)	Memenuhi Syarat
	Oven	Kadar Air = 12,48 % U = 0,31 %	U < Hasil Uji		

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa seluruh parameter pengujian telah memenuhi syarat keberterimaan yang telah ditetapkan perusahaan dan mengacu pada beberapa acuan. Pembahasan setiap parameter akan diuraikan sebagai berikut:

3.1 Uji Ketegaran (*Ruggedness*)

Ketegaran (ukuran ketahanan) dari suatu metode adalah resistensi terhadap perubahan kecil dari kondisi percobaan yang dijelaskan dalam metode, misalnya, suhu, pH, instrumen, konsentrasi reagen, laju alir, waktu ekstraksi, komposisi fase gerak. Pengujian ketegaran memberikan indikasi keandalan metode selama penggunaan normal (NATA, 2018). Ketahanan metode uji dievaluasi dengan uji standar keberterimaan presisi menggunakan uji F dan akurasi menggunakan uji t.

Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen (RIYANTO, 2014). Pengujian presisi dilakukan untuk melihat kedekatan antara hasil uji atau tingkat ketelitian suatu metode, dilakukan secara berulang pada sampel oleh analis yang sama, menggunakan alat yang sama serta dilakukan di laboratorium yang sama pada rentang waktu yang berdekatan. Kedekatan tersebut ditunjukkan dengan nilai %RSD. Untuk mengevaluasi uji presisi ini, dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan uji F. Uji F dilakukan dengan membandingkan dua nilai simpangan baku yang mengevaluasi ketelitian (presisi) jenis kesalahan acak (*random error*) yang diperoleh dari 2 kelompok data. Hasil uji F pada penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* dan oven secara gravimetri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji F Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan *Moisture Analyzer* dan Oven Secara Gravimetri

Ulangan	Kadar Air Tepung Beras (%)	
	Oven	Moisture Analyzer
1	12,45	12,69
2	12,43	12,37
3	12,37	12,46
4	12,46	12,32
5	12,34	12,46
6	12,27	12,45
7	12,38	12,45
8	12,85	12,34
9	12,74	12,39
Rata-rata	12,48	12,44
Syarat Keberterimaan : Kadar air < 13% (SNI 3549-2009)		
SD	0,19	0,11
%RSD	1,54	0,88
Uji F	F _{hitung} : 3,10 F _{tabel} : 3,44	
Syarat Keberterimaan : F _{hitung} < F _{tabel} (MILLER & MILLER, 2005)		
Kesimpulan	Memenuhi Syarat	

Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata kadar air pada pengujian menggunakan oven dan *moisture analyzer* sebesar 12,48% dan 12,44%. Hasil tersebut memenuhi syarat keberterimaan kadar air tepung beras menurut SNI 3549-2009 tentang Tepung Beras, yaitu maksimum 13%. Selain itu, nilai %RSD yang diperoleh pada oven sebesar 1,54% dan *moisture analyzer* sebesar 0,88%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *moisture analyzer* memiliki ketelitian lebih tinggi dibanding penggunaan oven. Berdasarkan nilai simpangan baku dapat dihitung nilai F_{hitung}. Data hasil perhitungan uji F diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 3,10 dan F_{tabel} sebesar 3,44 pada selang kepercayaan 95%. Hasil tersebut memenuhi syarat keberterimaan uji F, yaitu F_{hitung} < F_{tabel} (MILLER & MILLER, 2005). Maka dapat diambil

keputusan berdasarkan hipotesis yang sudah dibuat bahwa H_0 diterima, artinya ragam kedua populasi tidak berbeda nyata (presisi kedua alat dapat diterima).

Akurasi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dapat ditentukan dengan menggunakan CRM, metode referensi, studi kolaboratif atau dengan perbandingan dengan metode lain (RIYANTO, 2014). Metode analisis yang digunakan yaitu metode acuan oven. Metode ini mengacu pada SNI 3549-2009 tentang Tepung Beras. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kedekatan antara kadar air hasil analisis menggunakan *moisture analyzer* dengan kadar air metode acuan menggunakan oven yang dievaluasi dengan uji t. Nilai akurasi kedua alat diketahui berdasarkan perhitungan uji t. Uji t digunakan untuk membandingkan rata-rata dalam suatu populasi. Hasil uji t pada penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* dan oven secara gravimetri dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji t Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan *Moisture Analyzer* dan Oven Secara Gravimetri

Ulangan	Kadar Air Tepung Beras (%)	
	Metode Oven	Metode <i>Moisture Analyzer</i>
1	12,45	12,69
2	12,43	12,37
3	12,37	12,46
4	12,46	12,32
5	12,34	12,46
6	12,27	12,45
7	12,38	12,45
8	12,85	12,34
9	12,74	12,39
Rata-rata	12,48	12,44
Uji t	t _{hitung} : 0,53 t _{tabel} : 2,12	
Syarat Keberterimaan : t _{hitung} < t _{tabel} (MILLER & MILLER, 2005)		
Kesimpulan	Memenuhi Syarat	

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh Nilai t_{hitung} sebesar 0,53 dan t_{tabel} sebesar 2,12. Hasil tersebut memenuhi syarat keberterimaan uji t, yaitu $t_{hitung} < t_{tabel}$ (MILLER & MILLER, 2005). Jadi, dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, artinya rata-rata kedua populasi tidak berbeda nyata (akurasi kedua alat dapat diterima). Dengan demikian, evaluasi uji presisi dan akurasi menggunakan uji F dan uji t dapat diterima. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengujian metode ini memiliki ketahanan yang baik terhadap perubahan instrumen (oven dan *moisture analyzer*). Perhitungan dan tabel uji F dan uji t dapat dilihat pada Lampiran 4 dan 5.

3.2 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

Setiap pengukuran pasti memiliki penyimpangan, untuk menghasilkan hasil yang bisa dipercaya maka harus memiliki ketertelusuran yang tinggi. Ketertelusuran dari sebuah pengujian bisa dihubungkan atau dikaitkan dengan nilai ketidakpastian. Ketidakpastian ini menggabungkan kesalahan-kesalahan yang ada pada suatu pengukuran atau pengujian. Estimasi ketidakpastian merupakan parameter yang terkait dengan hasil pengukuran yang menyatakan rentang nilai dengan tingkat kepercayaan yang dapat diterima (EURACHEM, 2014). Estimasi dilakukan karena memungkinkan adanya gangguan-gangguan dari alat yang digunakan, meskipun alat yang digunakan pada saat pengujian telah dikalibrasi. Selain itu, faktor bahan dan lingkungan yang ada dalam laboratorium pun dapat berkontribusi sebagai faktor gangguan juga.

3.2.1 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Menggunakan *Moisture Analyzer*

Sumber-sumber yang mempengaruhi nilai ketidakpastian pada pengujian kali ini, di antaranya ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan, penimbangan bobot sampel, presisi metode dan temperatur. Hasil estimasi ketidakpastian pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4 dan perhitungan estimasi ketidakpastian pengukuran secara lengkap terdapat pada Lampiran 6.

Tabel 4. Hasil Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan *Moisture Analyzer* Secara Gravimetri.

Sumber Ketidakpastian	Nilai	Satuan	$\mu(x)$	$(\mu(x)/x)$	$(\mu(x)/x)^2$
Bobot Air Teruapkan ($\mu(W1-W2)$)	0,3758	g	0,002121	0,005644	0,000032
Bobot Sampel (μW)	3,0219	g	0,002121	0,000702	0,00000049
Presisi Metode (μPM)	12,44	%	0,036362	0,002924	0,0000085
Temperatur (μT)	130	°C	0,919239	0,007071	0,000050
Ketidakpastian Gabungan (%)					0,12
Ketidakpastian Diperluas (%)					0,24
Ketidakpastian Relatif (%)					1,93
Pelaporan Hasil ($(C \pm U) \%$)					$12,44 \pm 0,24$
Syarat Keberterimaan : $U < \text{Hasil Uji (EURACHEM, 2014)}$					
Kesimpulan	Memenuhi Syarat				

Berdasarkan Tabel 5, terdapat beberapa sumber ketidakpastian pengukuran penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri di antaranya :

3.2.1.1 Ketidakpastian Baku Asal Bobot Air Teruapkan

Hasil ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan didapat dari ketidakpastian kalibrasi neraca yang digunakan. Nilai kalibrasi neraca dapat dihitung dengan membagi nilai ketidakpastian spesifikasi neraca sebesar 0,003 g dengan nilai faktor cakupan $k = 2$. Nilai ketidakpastian neraca dan $k = 2$ terdapat pada sertifikat neraca. Nilai kalibrasi neraca kemudian dipangkatkan dan dikali 2 sehingga didapatkan nilai ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan sebesar 0,002121 g dengan nilai bobot air teruapkan sebesar 0,3758 g.

3.2.1.2 Ketidakpastian Baku Asal Bobot Sampel

Hasil ketidakpastian baku asal bobot sampel tepung beras didapat dari ketidakpastian kalibrasi neraca yang digunakan. Nilai kalibrasi neraca dapat dihitung dengan membagi nilai ketidakpastian spesifikasi neraca sebesar 0,003 g

dengan nilai faktor cakupan $k = 2$. Nilai ketidakpastian neraca dan $k = 2$ terdapat pada sertifikat neraca. Nilai kalibrasi neraca kemudian dipangkatkan dan dikali 2 sehingga didapatkan nilai ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan sebesar 0,002121 g dengan nilai bobot sampel tepung beras sebesar 3,0219 g.

3.2.1.3 Ketidakpastian Baku Asal Presisi Metode

Penentuan ketidakpastian baku asal presisi metode didapatkan dari pengukuran kadar air dalam tepung beras yang dilakukan sembilan kali pengulangan dan dihitung standar deviasinya. Diperoleh nilai standar deviasi sebesar 0,11 kemudian dibagi dengan akar dari jumlah pengulangan ($\sqrt{9}$) sehingga diperoleh nilai ketidakpastian baku asal presisi metode sebesar 0,036362% dengan nilai kadar air dalam tepung beras sebesar 12,44 %.

3.2.1.4 Ketidakpastian Baku Asal Temperatur

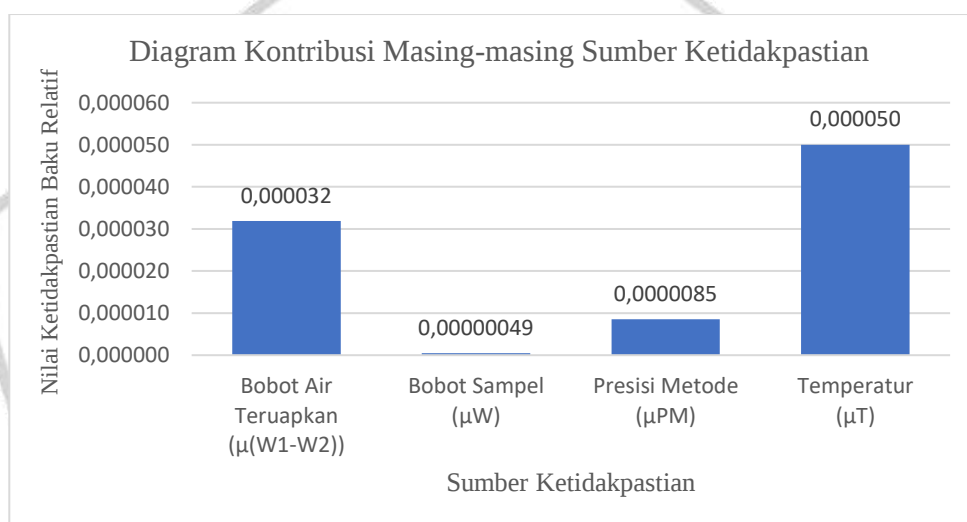
Perhitungan ketidakpastian baku asal temperatur berasal dari ketidakpastian kalibrasi temperatur alat *moisture analyzer*. Nilai kalibrasi temperatur alat *moisture analyzer* dapat dihitung dengan membagi nilai ketidakpastian spesifikasi temperatur alat *moisture analyzer* sebesar 1,30°C dengan nilai faktor cakupan $k = 2$. Nilai ketidakpastian temperatur *moisture analyzer* dan $k = 2$ terdapat pada sertifikat alat. Nilai kalibrasi temperatur alat *moisture analyzer* kemudian dipangkatkan dan dikali 2 sehingga didapatkan nilai ketidakpastian baku asal temperatur sebesar 0,919239°C dengan temperatur 130°C.

3.2.1.5 Ketidakpastian Gabungan dan Diperluas

Hasil ketidakpastian gabungan pada penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri didapat dari hasil penjumlahan gabungan sumber ketidakpastian baku masing-masing dibagi dengan nilai yang diukur sehingga diperoleh nilai ketidakpastian standar relatif ($\mu(x)/x$). Nilai ketidakpastian standar relatif dikali dengan kadar air dalam tepung beras sehingga mendapatkan hasil ketidakpastian gabungan (μ_{gab}) sebesar 0,12% dengan ketidakpastian diperluas (U) sebesar 0,24%. Nilai ketidakpastian diperluas (U)

didapatkan dari hasil ketidakpastian gabungan dikalikan dengan faktor cakupan (k) yang bernilai 2 pada selang kepercayaan 95%. Nilai dari pelaporan hasil estimasi ketidakpastian pengukuran pada penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri sebesar $(12,44 \pm 0,24) \%$ yang menunjukkan nilai benar dari rentang $(12,20 - 12,68) \%$.

Berdasarkan Tabel 4, dapat dibuat suatu diagram yang menunjukkan seberapa besar kontribusi sumber ketidakpastian terhadap nilai ketidakpastian pengukuran penetapan kadar air menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri. Diagram kontribusi masing-masing sumber ketidakpastian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Kontribusi Sumber-Sumber Ketidakpastian Penetapan Kadar Air Menggunakan *Moisture Analyzer* Secara Gravimetri.

Berdasarkan Gambar 2, diagram di atas menunjukkan kontribusi sumber-sumber ketidakpastian pada penetapan kadar air menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri di antaranya, bobot air teruapkan ($\mu(W1-W2)$), bobot sampel (μW), presisi metode (μPM), dan temperatur (μT). Sumber ketidakpastian terbesar berasal dari ketidakpastian baku asal temperatur (μT). Hal ini dipengaruhi oleh spesifikasi dari alat yang dikalibrasi.

3.2.2 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Menggunakan Oven

Sumber-sumber yang mempengaruhi nilai ketidakpastian pada pengujian kali ini, di antaranya ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan, penimbangan bobot

sampel, presisi metode dan temperatur. Hasil estimasi ketidakpastian pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5 dan perhitungan estimasi ketidakpastian pengukuran secara lengkap terdapat pada Lampiran 6.

Tabel 5. Hasil Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Penetapan Kadar Air dalam Tepung Beras Menggunakan Oven Secara Gravimetri.

Sumber Ketidakpastian	Nilai	Satuan	$\mu(x)$	$(\mu(x)/x)$	$(\mu(x)/x)^2$
Bobot Air Teruapkan $\mu(W1-W2)$	0,3792	g	0,00071	0,0019	0,0000035
Bobot Sampel $\mu(W)$	3,0393	g	0,00071	0,0002	0,000000054
Presisi Metode μPM	12,48	%	0,06405	0,0051	0,000026
Temperatur μT	130	°C	1,48492	0,0114	0,00013
Ketidakpastian Gabungan (%)					0,16
Ketidakpastian Diperluas (%)					0,31
Ketidakpastian Relatif (%)					2,48
Pelaporan Hasil $((C \pm U) \%)$					$12,48 \pm 0,31$
Syarat Keberterimaan : $U < \text{Hasil Uji (EURACHEM, 2014)}$					
Kesimpulan	Memenuhi Syarat				

Berdasarkan Tabel 5, terdapat beberapa sumber ketidakpastian pengukuran kadar air dalam tepung beras menggunakan oven secara gravimetri di antaranya :

3.2.2.1 Ketidakpastian Baku Asal Bobot Air Teruapkan

Hasil ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan didapat dari ketidakpastian kalibrasi neraca yang digunakan. Nilai kalibrasi neraca dapat dihitung dengan membagi nilai ketidakpastian spesifikasi neraca sebesar 0,0010 g dengan nilai faktor cakupan $k = 2$. Nilai ketidakpastian neraca dan $k = 2$ terdapat pada sertifikat neraca. Nilai kalibrasi neraca kemudian dipangkatkan dan dikali 2 sehingga didapatkan nilai ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan sebesar 0,00071 g dengan nilai bobot air teruapkan sebesar 0,3792 g.

3.2.2.2 Ketidakpastian Baku Asal Bobot Sampel

Hasil ketidakpastian baku asal bobot sampel tepung beras didapat dari ketidakpastian kalibrasi neraca yang digunakan. Nilai kalibrasi neraca dapat dihitung dengan membagi nilai ketidakpastian spesifikasi neraca sebesar 0,0010 g dengan nilai faktor cakupan $k = 2$. Nilai ketidakpastian neraca dan $k = 2$ terdapat pada sertifikat neraca. Nilai kalibrasi neraca kemudian dipangkatkan dan dikali 2 sehingga didapatkan nilai ketidakpastian baku asal bobot air teruapkan sebesar 0,00071 g dengan nilai bobot sampel tepung beras sebesar 3,0393 g.

3.2.2.3 Ketidakpastian Baku Asal Presisi Metode

Penentuan ketidakpastian baku asal presisi metode didapatkan dari pengukuran kadar air dalam tepung beras yang dilakukan sembilan kali pengulangan dan dihitung standar deviasinya. Diperoleh nilai standar deviasi sebesar 0,19 kemudian dibagi dengan akar dari jumlah pengulangan ($\sqrt{9}$) sehingga diperoleh nilai ketidakpastian baku asal presisi metode sebesar 0,06405% dengan nilai kadar air dalam tepung beras sebesar 12,48 %.

3.2.2.4 Ketidakpastian Baku Asal Temperatur

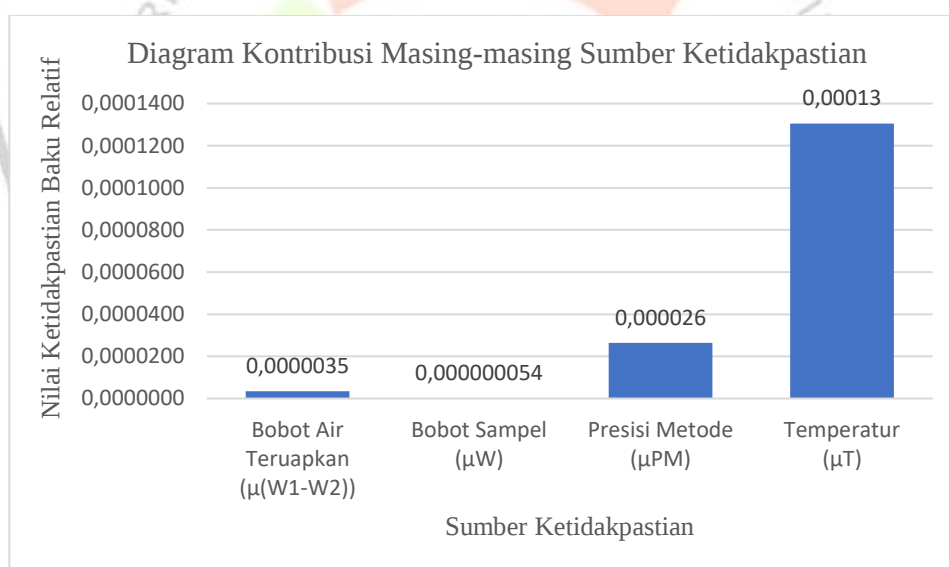
Perhitungan ketidakpastian baku asal temperatur berasal dari ketidakpastian kalibrasi temperatur alat *moisture analyzer*. Nilai kalibrasi temperatur alat *moisture analyzer* dapat dihitung dengan membagi nilai ketidakpastian spesifikasi temperatur alat *moisture analyzer* sebesar 2,10°C dengan nilai faktor cakupan $k = 2$. Nilai ketidakpastian temperatur *moisture analyzer* dan $k = 2$ terdapat pada sertifikat alat. Nilai kalibrasi temperatur alat *moisture analyzer* kemudian dipangkatkan dan dikali 2 sehingga didapatkan nilai ketidakpastian baku asal temperatur sebesar 1,48492°C dengan temperatur 130°C.

3.2.2.5 Ketidakpastian Gabungan dan Diperluas

Hasil ketidakpastian gabungan pada penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan oven gravimetri didapat dari hasil penjumlahan gabungan sumber ketidakpastian baku masing-masing dibagi dengan nilai yang diukur sehingga

diperoleh nilai ketidakpastian standar relatif ($\mu(x)/x$). Nilai ketidakpastian standar relatif dikali dengan kadar air dalam tepung beras sehingga mendapatkan hasil ketidakpastian gabungan (μ_{gab}) sebesar 0,16% dengan ketidakpastian diperluas (U) sebesar 0,31%. Nilai ketidakpastian diperluas (U) didapatkan dari hasil ketidakpastian gabungan dikalikan dengan faktor cakupan (k) yang bernilai 2 pada selang kepercayaan 95%. Nilai dari pelaporan hasil estimasi ketidakpastian pengukuran pada penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri sebesar $(12,48 \pm 0,31) \%$ yang menunjukkan nilai benar dari rentang $(12,17 - 12,79) \%$.

Berdasarkan Tabel 5, dapat dibuat suatu diagram yang menunjukkan seberapa besar kontribusi sumber ketidakpastian terhadap nilai ketidakpastian pengukuran penetapan kadar air menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri. Diagram kontribusi masing-masing sumber ketidakpastian ditunjukkan pada Gambar 3.

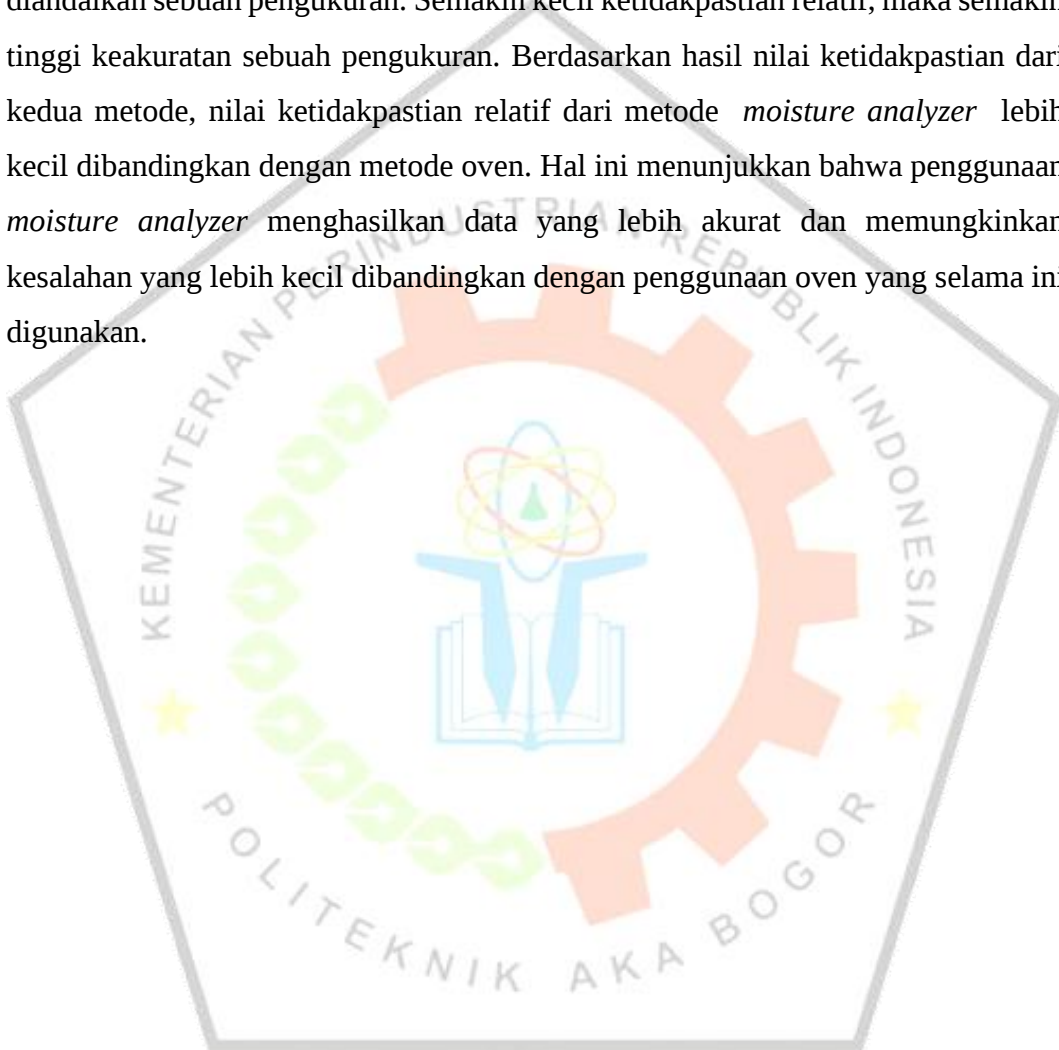


Gambar 3. Diagram Kontribusi Sumber-Sumber Ketidakpastian Penetapan Kadar Air Menggunakan Oven Secara Gravimetri.

Berdasarkan Gambar 3, diagram di atas menunjukkan kontribusi sumber-sumber ketidakpastian pada penetapan kadar air menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri di antaranya, bobot air teruapkan ($\mu(W1-W2)$), bobot sampel (μW), presisi metode (μPM), dan temperatur (μT). Sumber ketidakpastian terbesar

berasal dari ketidakpastian baku asal temperatur (μT). Hal ini dipengaruhi oleh spesifikasi dari alat yang dikalibrasi.

Ketidakpastian relatif dapat dihitung dengan cara membandingkan nilai ketidakpastian diperluas dan rata-rata kadar air lalu dikalikan 100%, maka diperoleh nilai ketidakpastian relatif pada *moisture analyzer* sebesar 1,93% dan oven sebesar 2,48%. Nilai tersebut menunjukkan seberapa akurat dan dapat diandalkan sebuah pengukuran. Semakin kecil ketidakpastian relatif, maka semakin tinggi keakuratan sebuah pengukuran. Berdasarkan hasil nilai ketidakpastian dari kedua metode, nilai ketidakpastian relatif dari metode *moisture analyzer* lebih kecil dibandingkan dengan metode oven. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *moisture analyzer* menghasilkan data yang lebih akurat dan memungkinkan kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan oven yang selama ini digunakan.



BAB IV SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian validasi metode penetapan kadar air dalam tepung beras menggunakan *moisture analyzer* secara gravimetri yang mengacu pada SNI 3549-2009 tentang Tepung Beras dengan parameter *ruggedness* dan estimasi ketidakpastian pengukuran memenuhi syarat keberterimaan yang ditetapkan oleh perusahaan. Hasil ketidakpastian relatif metode *moisture analyzer* yang diperoleh lebih kecil dari metode oven menunjukkan bahwa penggunaan *moisture analyzer* dapat menghasilkan data yang lebih akurat dibandingkan dengan penggunaan oven. Dengan demikian metode uji ini dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk analisis rutin kadar air di Laboratorium *Quality Control* PT Indofood Fortuna Makmur.



DAFTAR PUSTAKA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC).** 2016. *Guidelines for Standard Method Performance Requirements AOAC Official Methods of Analysis*. Appendix F.
- EURACHEM.** 2012. *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*. Eurachem. USA.
- FELLOWS, P.** 2009. *Food Processing Technology: Principles and Practices*. Third edition. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. Oxford Cambridge. New Delhi.
- HARMITA.** 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasian, Dep. Farmasi. FMIPA-UI, Jakarta.
- KENKEL, J.** 2003. *Analytical Chemistry for Technicians*. Edisi ke-3. Boca Raton. Florida.
- KUMALASARI, H.** 2012. *Validasi Metoda Pengukuran Kadar Air Bubuk Perisa Menggunakan Moisture Analyzer Halogen Hb43-S, Sebagai Alternatif Metoda Oven Dan Karl Fischer*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- KHATIR, R., RATNA, & WARDANI.** 2011. *Karakteristik Pengeringan Tepung Beras Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi Volume 3, Nomor 2, Desember 2011, hlm 1-4.
- MILLER, J.C & MILLER, J.N.** 2005. *Statistic and Chemometrics for Analytical Chemistry in Handbook of Pharmaceutical Analysis by HPLC*. Purdue Pharma. New York.
- NATA.** 2018. *General Accreditation Guidance-Validation and Verification of Quantitative and Qualitative Test Method*. Commonwealth of Australia Copyright Act. Australia.
- RIYANTO, PH.D.** 2014. *Validasi & Verifikasi Metode Uji: Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Deepublish. Yogyakarta.