

## Akurasi Penetapan Kadar Air Benih Padi (*Oryza Sativa*) Menggunakan *Moisture Meter*

Nuning Widya Herdimastuti<sup>1</sup>, Andi Masnang<sup>1</sup>, dan Amiyarsi Mustika Yukti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar PPMBTPH

<sup>2</sup>Universitas Nusa Bangsa

nuningwh@gmail.com

### Abstrak

Perkembangan teknologi pengukuran kadar air telah menghasilkan berbagai moisture meter. Efisiensi memegang peranan utama untuk meningkatkan kesejahteraan manusia, termasuk dalam bidang teknologi pertanian. Penanganan pasca panen dapat dipercepat melalui teknologi sehingga benih dapat lebih cepat diterima dan digunakan oleh petani. *Moisture meter* merupakan alat pengukur kadar air yang lebih praktis dan efisien dibandingkan metode oven namun, menurut aturan International Seed Testing Association (ISTA) Rules moisture meter harus dikalibrasi terhadap metode oven sebagai metode acuan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan hasil penetapan kadar air secara cepat dan akurat dengan menggunakan moisture meter melalui prosedur kalibrasi yang tepat untuk moisture meter serta memberikan rekomendasi jenis moisture meter yang praktis dan akurat untuk mengukur kadar air benih padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cara mendapatkan pembacaan moisture meter yang akurat adalah dengan melakukan kalibrasi dan pengecekan moisture meter dengan oven sebagai metode acuan. Moisture meter DMC 500 dapat membaca secara akurat sampai dengan kadar air benih padi 13% sedangkan Moisture meter Kett dapat membaca kadar air benih padi secara akurat dengan penambahan angka penyesuaian sebesar 0,6 untuk setiap kali pembacaannya.

**Kata kunci:** Kalibrasi, DMC 500, Kett, Moisture meter, Padi

### Abstract

Advances in moisture measurement technology have led to the development of various types of moisture meters. Improving efficiency plays a crucial role in enhancing human welfare, including in agricultural technology. In post-harvest handling, the application of rapid measurement technologies can accelerate seed processing, enabling certified seeds to be distributed and utilized by farmers more efficiently. Moisture meters provide a faster, more practical, and non-destructive alternative to the conventional oven method. However, according to the International Seed Testing Association (ISTA) Rules, moisture meters must be calibrated against the oven method, which serves as the reference standard for seed moisture determination. This study aimed to obtain rapid and accurate seed moisture determination through an appropriate calibration procedure for moisture meters and to recommend the most practical and accurate moisture meter for measuring the moisture content of rice seeds. The results showed that accurate moisture measurements can only be achieved when moisture meters are calibrated and periodically verified against the oven method. The DMC 500 moisture meter provided accurate measurements for rice seed moisture content up to 13%, whereas the Kett moisture meter produced accurate measurements across the tested moisture range after applying a correction factor of 0.6% to each reading. Therefore, the Kett moisture meter is recommended for routine determination of rice seed moisture content following calibration according to the ISTA Rules.

**Keywords:** calibration; DMC 500; Kett moisture meter; moisture content; rice seed.

## PENDAHULUAN

Penggunaan benih berkualitas tinggi merupakan salah satu elemen terpenting dalam meningkatkan produksi dalam sistem pertanian. Elemen ini menjadi krusial untuk menyediakan keamanan pangan yang cukup bagi jumlah penduduk yang terus meningkat di dunia, yang diperkirakan akan melebihi sembilan miliar pada tahun 2050 [1]. Benih berkualitas tinggi memiliki kemurnian genetik, daya tumbuh yang kuat, ketahanan terhadap penyakit dan hama, serta adaptif terhadap kondisi lingkungan lokal, hal ini akan meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Dengan demikian, penggunaan benih bermutu adalah langkah strategis dalam mencapai pertanian yang berkelanjutan dan efisien.

Standardisasi mutu benih dalam perdagangan benih nasional dibutuhkan sebagai jaminan agar petani mendapatkan benih yang berkualitas untuk mendukung peningkatan hasil produksi pertanian. Kadar air merupakan salah satu parameter mutu benih yang penting mulai dari proses panen, pengolahan, penyimpanan dan perdagangan benih [2]. Keputusan Menteri Pertanian No. 966/TP.010/C/04/2022, kadar air benih adalah parameter mutu benih yang wajib tercantum pada label benih sehingga penting untuk kegiatan perdagangan benih. Kadar air mengukur kandungan air yang terdapat dalam suatu substansi, yaitu perbandingan antara berat bahan saat sebelum serta setelah diberikan proses pemanasan [3].

Penetapan kadar air menggunakan oven telah dikenal di seluruh dunia sebagai metode acuan penetapan kadar air. Metode ini relatif lebih mudah untuk distandarkan, telah digunakan dalam perdagangan benih selama bertahun-tahun. Metode oven merupakan penetapan kadar air dengan metode langsung, yakni dengan cara menguapkan air yang terdapat dalam suatu bahan melalui proses pengeringan hingga diperoleh berat konstan [4]. Suhu yang digunakan untuk penetapan kadar air padi adalah  $130 \pm 2^\circ\text{C}$  selama 2 jam [5].

*Moisture meter* merupakan alat pengukur kadar air berbasis metode tidak langsung yang banyak digunakan karena mampu memberikan hasil pengukuran secara cepat, tidak merusak contoh benih, dan lebih efisien dibandingkan metode oven. Metode ini

memanfaatkan berbagai prinsip pengukuran, seperti pendekatan optik, dielektrik, nuklir, dan higrometri, namun hasil pengukurannya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, serta karakteristik bahan yang diuji [6]. Oleh karena itu, menurut International Seed Testing Association (ISTA) Rules, setiap moisture meter harus dikalibrasi menggunakan metode oven sebagai metode acuan [7].

Sebagian besar laboratorium pengujian mutu benih, termasuk Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) serta produsen benih di Indonesia, menggunakan moisture meter karena mampu memberikan hasil pengukuran yang lebih efisien dan ekonomis dibandingkan metode oven, terutama untuk pengujian sampel dalam jumlah besar. Namun demikian, penerapan moisture meter di laboratorium pengujian mutu benih masih menghadapi beberapa kendala. Pertama, setiap alat harus dikalibrasi secara berkala terhadap metode oven sebagai metode acuan sesuai ISTA Rules. Kedua, setiap tipe *moisture meter* memiliki karakteristik pengukuran yang dipengaruhi oleh jenis benih, varietas, kisaran kadar air, serta kemurnian contoh uji. Ketiga, hingga saat ini belum tersedia standar operasional prosedur nasional yang mengatur penggunaan dan kalibrasi *moisture meter* pada laboratorium pengujian benih di Indonesia.

Seiring dengan perkembangan teknologi, metode penetapan kadar air terus mengalami kemajuan dari metode konvensional menuju metode pengukuran tidak langsung yang lebih cepat dan praktis. Berbagai teknologi telah dikembangkan, antara lain sensor berbasis resistansi listrik, impedansi, kapasitansi, konstanta dielektrik, gelombang mikro (*microwave*), *infrared spectroscopy*, *hyperspectral imaging*, hingga sistem multisensor yang dipadukan dengan komunikasi nirkabel dan kecerdasan buatan. Dibandingkan metode oven, teknologi tersebut menawarkan keunggulan berupa waktu pengukuran yang lebih singkat, kemudahan penggunaan, serta memungkinkan pemantauan kadar air secara *real-time*. Namun demikian, akurasi metode tidak langsung dipengaruhi oleh jenis benih, kadar air, suhu, massa jenis, dan karakteristik alat sehingga tetap memerlukan kalibrasi terhadap metode oven sebagai metode acuan [8].

Meskipun perkembangan teknologi sensor kadar air berlangsung sangat pesat, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengembangan sensor dan sistem pengukuran kadar air berbasis teknologi digital maupun Internet of Things (IoT). Kajian yang mengevaluasi akurasi *moisture meter* komersial melalui prosedur kalibrasi sesuai *International Seed Testing Association (ISTA) Rules* pada benih padi masih relatif terbatas, khususnya pada laboratorium pengujian mutu benih di Indonesia. Selain itu, belum tersedia rekomendasi ilmiah mengenai tipe *moisture meter* yang memberikan hasil pengukuran paling akurat untuk digunakan sebagai pendukung pengujian kadar air benih. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan berbeda melalui evaluasi akurasi dua jenis *moisture meter* komersial yang umum digunakan di laboratorium pengujian mutu benih menggunakan prosedur kalibrasi sesuai *ISTA Rules 2024* dengan metode oven sebagai metode acuan, sehingga menghasilkan rekomendasi praktis bagi penggunaannya di laboratorium pengujian benih.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi akurasi *moisture meter* Kett PM 600 dan DMC 500 dalam menentukan kadar air benih padi melalui prosedur kalibrasi berdasarkan *ISTA Rules 2024* dengan metode oven sebagai metode acuan serta menyusun rekomendasi penggunaannya pada laboratorium pengujian mutu benih di Indonesia.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Kecamatan Tapos, Kota Depok

## Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, *moisture meter* tipe Kett PM 600, *moisture meter* tipe DMC 500 oven, desikator, neraca, cawan, grinding mill, sendok, refrigerator, alat tulis dan wadah container. Bahan yang digunakan yaitu benih padi varietas cakrabuana dan inpari 42, Alumunium foil, kantong plastik polyethelene ketebalan 0,08 mm.

## Parameter Penelitian

Parameter penelitian ini adalah hasil pembacaan nilai sepuluh tingkat kadar air dua varietas benih padi pada dua jenis *moisture meter* yaitu *moisture meter Kett* dan *moisture meter DMC 500* dibandingkan dengan pembacaan oven sebagai acuan.

## Tahapan Penelitian

### *Persiapan sampel untuk kalibrasi*

Sample terdiri dari sepuluh tingkat kadar air untuk setiap spesies tanaman, dimana setiap spesies yang akan dikalibrasi terdiri dari minimal dua varietas yang berbeda. Pada penelitian ini berat setiap master benih pada masing-masing level kadar air 700 gram dengan penggunaan menyesuaikan takaran masing-masing *moisture meter*. Jumlah sampel harus cukup minimal untuk satu kali pengukuran dengan *moisture meter* dan dua kali pengukuran dengan menggunakan metode oven. Sampel dibersihkan sebelum digunakan untuk sampel kalibrasi. Preconditioning dapat dilakukan untuk membuat kisaran yang diinginkan untuk kalibrasi *moisture meter*. Untuk menaik turunkan kadar air benih menggunakan rumus berikut :

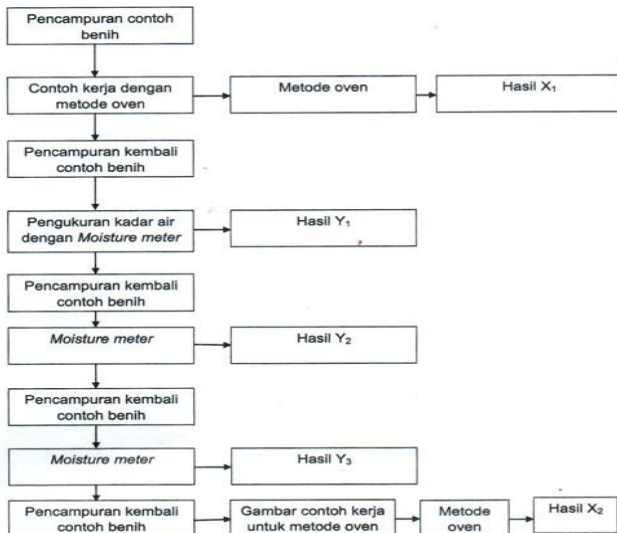
$$\frac{\text{Berat awal} \times (100 - \text{Kadar air awal})}{(100 - \text{Kadar air akhir yang diinginkan})}$$

Cara menurunkan kadar air, sampel benih disimpan dalam oven pada suhu 30°C dengan interval waktu 1-10 minggu atau dengan cara dijemur di bawah matahari sampai berat yang dituju tercapai. Sementara untuk menaikkan kadar air, benih disimpan pada ruangan dengan kondisi suhu 20°C dan kelembaban relatif 95% selama 3-10 hari sampai berat akhir yang dituju tercapai. Sampel kalibrasi disimpan dalam kontainer kedap udara. Jenis wadah terbuat dari kaca atau plastik atau melakukan uji kedap udara untuk wadah penyimpanan. Sampel kalibrasi yang akan digunakan kembali, dapat disimpan ditempat dengan kondisi suhu 5 ± 2°C.

## Prosedur Uji Kedap Udara

Jenis wadah kedap air untuk pengujian, menggunakan kontainer berbahan plastic (dalam penelitian ini menggunakan Tupperware bulat dan panjang), kemasan zip lock alumunium foil dan plastik PE. Setiap wadah diisi dengan air kemudian ditutup rapat. Masing-masing wadah ditimbang dan dicatat. Wadah dibiarkan pada kondisi laboratorium untuk jangka waktu yang

ditentukan misalkan 24 jam, 2 hari, 4 hari dan lain-lain. Wadah ditimbang lagi untuk setiap jangka waktu yang ditentukan. Wadah dengan tingkat kebocoran tidak lebih dari 0,2% dapat digunakan untuk menyimpan sampel kadar air.



**Data metode oven**

Untuk setiap sampel uji, terdapat dua hasil yaitu x1, yang diperoleh sebelum mengukur kadar air dengan *moisture meter*, dan x2, yang diperoleh setelah mengukur kadar air dengan *moisture meter*. dengan syarat selisih nilai x1 dan x2 tidak lebih besar dari 0,3%. Rata-rata dari nilai-nilai ini diambil sebagai *true value* (xt). Jika selisihnya lebih besar dari 0,3%, kalibrasi harus diulang.

**Data moisture meter**

Setiap sampel kalibrasi, terdapat tiga hasil pembacaan alat (y1, y2, y3). Rata-rata hasil pengukuran ( $\bar{y}$ ) dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3} \quad (1)$$

Selanjutnya, nilai  $z_t$  dihitung sebagai selisih antara rata-rata hasil pengukuran ( $\bar{y}$ ) dan nilai acuan ( $x_t$ ) sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (2):

$$z_t = \bar{y} - x_t \quad (2)$$

Gbr 1. Diagram alir kalibrasi *moisture meter*

**Perbedaan maksimum yang diperbolehkan.**

*Moisture meter* dianggap masih dapat dilanjutkan dalam proses kalibrasi ketika nilai  $Z_t$  lebih rendah dari perbedaan maksimum yang diperbolehkan berikut ini:

Tabel 1. Perbedaan maksimum yang diperbolehkan

Nilai benar (Metode Acuan)	Maksimal perbedaan yang diperbolehkan	perbedaan yang diperbolehkan
Kurang dari 10,0%	Benih-benih <i>Non- Chaffy</i>	: ± 0.4 %
	Benih-benih <i>Chaffy</i>	: ± 0.5 %
10,0% atau lebih	Benih-benih <i>Non- Chaffy</i>	: ± 0.04 x kadar air
	Benih-benih <i>Chaffy</i>	: ± 0.05 x kadar air

Sumber: ISTA Rules, 2024

Tabel 2. Batas Toleransi untuk perbedaan antara pengukuran kadar air oven suhu konstan dan alat *moisture meter* (ISTA Rules, 2024)

Rata-rata pengukuran oven (rata-rata;%)	Toleransi
<i>Chaffy seeds</i>	
<10.9%	0.5
11-12.9%	0.6
13-14.9%	0.7
15-16.9%	0.8
17.0-18.0%	0.9
<i>Non Chaffy seeds</i>	
<11.3	0.4
11.3-13.7%	0.5
13.8-16.2%	0.6
16.3-18.0%	0.7

Sumber: ISTA Rules, 2024

**Metode Analisis**

Data hasil pembacaan nilai kadar air benih padi menggunakan *moisture meter* dibandingkan dengan metode oven sebagai metode standar menggunakan analisa Trumpeter Plot. Kemudian data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga dapat dilihat pola sebaran dan deviasi dari nilai pembacaan *moisture meter*. Apabila nilai pembacaan *moisture meter* berada dalam batas toleransi yang diperbolehkan maka *moisture meter* layak digunakan. Namun apabila pembacaan *moisture meter* melebihi batas toleransi dapat dikaji lebih lanjut menggunakan angka penyesuaian. Apabila setelah menggunakan angka penyesuaian pembacaan *moisture meter* masih berada diluar batas toleransi pada grafik Trumpeter Plot maka *moisture meter* tersebut tidak layak digunakan.

Analisa lanjutan dilakukan untuk *moisture meter* yang berada dalam range Trumpeter Plot, dengan menggunakan Tabel toleransi untuk perbedaan antara pengukuran kadar air oven suhu konstan dan alat *moisture meter*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Uji Kecedapan kemasan**

Kemasan yang digunakan sebagai wadah penyimpanan master contoh benih harus memiliki tingkat kekedapan yang tinggi untuk mencegah pertukaran uap air dengan lingkungan. Kebocoran kemasan dapat menyebabkan perubahan kadar air benih selama penyimpanan sehingga memengaruhi mutu benih maupun akurasi hasil kalibrasi *moisture meter* [9]. Oleh karena itu, dilakukan pengujian terhadap empat jenis kemasan, yaitu kontainer panjang, kontainer bulat, aluminium foil, dan plastik polietilena (PE) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gbr 2. Uji Kecedapan Kemasan (A. Kontainer panjang; B. Kontainer bulat; C. ALuminium foil; D. Plastik PE)

Tabel 3. Uji kekedapan Kemasan

Jenis Kemasan	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4
Kontainer panjang	0,02	0,04	0,05	0,07
Kontainer bulat	0,02	0,04	0,08	0,11
Aluminium foil	0,00	0,00	0,01	0,01
Plastik PE	0,02	0,03	0,03	0,04

Hasil uji kekedapan kemasan disajikan pada Tabel 3. Seluruh jenis kemasan memiliki tingkat kebocoran di bawah batas maksimum 0,2% sehingga memenuhi persyaratan kekedapan udara untuk penyimpanan master

contoh benih. Kemasan aluminium foil menunjukkan tingkat kebocoran paling rendah, sedangkan kontainer bulat memiliki tingkat kebocoran paling tinggi.

Perbedaan tingkat kebocoran tersebut menunjukkan bahwa jenis bahan kemasan memengaruhi kemampuan dalam menghambat perpindahan uap air. Aluminium foil memiliki sifat sebagai penghalang (*barrier*) yang sangat baik terhadap uap air dan gas sehingga mampu mempertahankan kadar air benih lebih stabil dibandingkan kemasan lainnya [10]. Sebaliknya, kontainer bulat memiliki tingkat kebocoran relatif lebih tinggi sehingga berpotensi meningkatkan perubahan kadar air apabila digunakan untuk penyimpanan dalam jangka waktu yang lebih lama.

Meskipun seluruh jenis kemasan memenuhi persyaratan minimum kekedapan udara, aluminium foil direkomendasikan sebagai wadah penyimpanan master contoh benih pada proses kalibrasi *moisture meter* karena memberikan perlindungan paling baik terhadap perubahan kadar air selama penyimpanan.

**Pembuatan tingkat kadar air**

Master benih disiapkan dalam sepuluh tingkat kadar air. Rentang kadar air tersebut digunakan untuk mengevaluasi kinerja kedua *moisture meter* pada berbagai kondisi kadar air. Pada penelitian ini menggunakan benih padi varietas cakrabuana dan inpari 42. Kadar air diperoleh dengan cara *preconditioning*.

Tabel 4. Tingkat kadar air master benih padi

No. Master	Jenis Tanaman	Varietas	Kadar Air (%)
1	Padi	Cakrabuana	11,3
2	Padi	Cakrabuana	11,5
3	Padi	Cakrabuana	11,8
4	Padi	Cakrabuana	12,8
5	Padi	Cakrabuana	13,1
6	Padi	Inpari 42	13,6
7	Padi	Inpari 42	13,9
8	Padi	Inpari 42	14,5
9	Padi	Inpari 42	15,3
10	Padi	Inpari 42	15,5

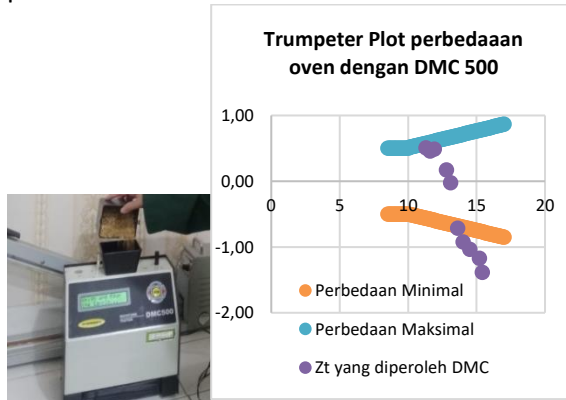
**Kalibrasi Moisture meter**

Kalibrasi dilakukan untuk mengevaluasi akurasi *moisture meter* DMC 500 dan Kett PM

600 terhadap metode oven sebagai metode acuan sesuai ISTA Rules 2024. Akurasi alat dievaluasi menggunakan Trumpeter plot berdasarkan nilai Zt, yaitu selisih antara hasil pembacaan *moisture meter* dan nilai true value yang diperoleh dari metode oven.

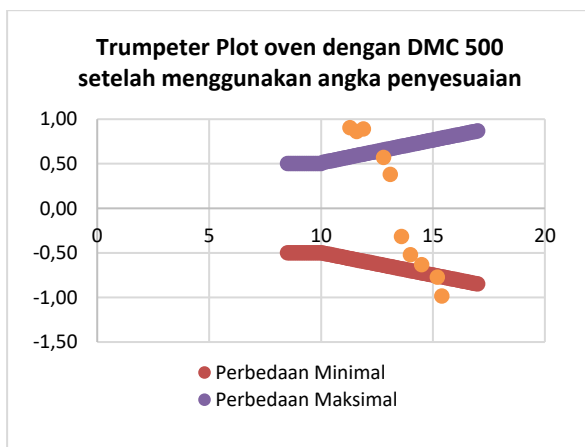
**Moisture meter DMC 500**

Hasil kalibrasi *moisture meter* DMC 500 disajikan pada Gambar 3.



Gbr 3. Trumpeter Plot oven dengan DMC 500

Hasil analisis menggunakan *Trumpeter plot* menunjukkan bahwa *moisture meter* DMC 500 belum memenuhi kriteria penerimaan pada seluruh rentang kadar air benih padi. Penyimpangan hasil pengukuran mulai melebihi batas toleransi pada kadar air sekitar 14%, sehingga dilakukan pemberian angka penyesuaian berdasarkan nilai rata-rata Zt sebesar -0,4%. Hasil setelah pemberian angka penyesuaian dievaluasi kembali menggunakan *Trumpeter plot* sebagaimana disajikan pada (Gambar 4).



Gbr 4. Trumpeter Plot perbedaan oven dengan DMC 500 setelah menggunakan angka penyesuaian

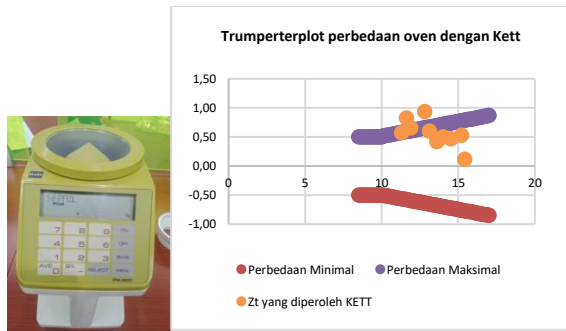
Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan angka penyesuaian sebesar -0,4% belum mampu memperbaiki akurasi *moisture meter* DMC 500 secara konsisten. Meskipun sebagian titik pengamatan berada dalam batas toleransi, hasil pengukuran pada kadar air di bawah 12% dan di atas 15,2% masih berada di luar batas toleransi yang ditetapkan dalam *ISTA Rules*. Hal tersebut menunjukkan bahwa penyimpangan hasil pengukuran masih bersifat tidak sistematis sehingga faktor koreksi tunggal tidak dapat diterapkan pada seluruh rentang kadar air benih padi.

Penyimpangan yang tidak konsisten tersebut mengindikasikan bahwa deviasi pengukuran tidak hanya disebabkan oleh kesalahan sistematis yang dapat dikoreksi melalui faktor penyesuaian, tetapi juga dipengaruhi oleh kesalahan acak (*random error*). Kondisi ini menyebabkan hasil pengukuran berfluktuasi terhadap nilai *true value* sehingga reliabilitas alat menjadi rendah. Karakteristik metode pengukuran tidak langsung diketahui dipengaruhi oleh sifat dielektrik benih, kadar air, suhu, massa jenis, serta karakteristik fisik contoh uji. Perubahan faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan hubungan antara sinyal yang diterima alat dan kadar air aktual menjadi tidak linier sehingga faktor koreksi tunggal tidak mampu memperbaiki akurasi pengukuran pada seluruh rentang kadar air [11].

Temuan penelitian ini sejalan dengan *ISTA Handbook* yang menyatakan bahwa *moisture meter* tidak direkomendasikan untuk digunakan apabila hasil kalibrasinya menunjukkan pola penyimpangan yang tidak konsisten, meskipun sebagian hasil pengukuran masih berada dalam batas toleransi. Oleh karena itu, *moisture meter* DMC 500 belum direkomendasikan untuk digunakan dalam penetapan kadar air benih padi yang memerlukan tingkat akurasi tinggi [12].

**Moisture meter Kett**

Hasil kalibrasi *moisture meter* Kett menggunakan *Trumpeter plot* disajikan pada Gambar 5. Berbeda dengan *moisture meter* DMC 500, penyimpangan hasil pengukuran *moisture meter* Kett menunjukkan pola yang bersifat sistematis sehingga masih memungkinkan untuk dikoreksi melalui pemberian faktor penyesuaian.



Gbr 5. Trumpeter Plot perbedaan oven dengan Kett

Setelah dilakukan pemberian angka penyesuaian, seluruh hasil pengukuran berada dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh *ISTA Rules 2024* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa faktor penyesuaian mampu mengoreksi penyimpangan hasil pengukuran secara konsisten sehingga *moisture meter* Kett memenuhi persyaratan kalibrasi. Keberhasilan proses kalibrasi selanjutnya dikonfirmasi melalui pengujian toleransi antara hasil pembacaan *moisture meter* Kett dan metode oven. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Toleransi hasil pengecekan setelah penyesuaian *moisture meter* Kett dengan oven

No.	Master Benih	KETT (%)	Oven (%)	Selisih (%)	Batas Toleransi (%)
1	1	11,3	11,3	0,0	0,6
2	2	11,4	11,6	0,2	0,6
3	3	11,8	11,9	0,1	0,6
4	4	12,5	12,8	0,3	0,6
5	5	13,1	13,1	0,0	0,7
6	6	13,8	13,6	0,2	0,7
7	7	14,0	14,0	0,0 <sup>1</sup>	0,7
8	8	14,7	14,5	0,2 <sup>1</sup>	0,7
9	9	15,3	15,2	0,1	0,8
10	10	15,9	15,4	0,5	0,8

\* Hasil kadar air yang disetarakan

\*\*Berdasar *ISTA Rules, 2024*

Seluruh hasil pengukuran *moisture meter* Kett setelah pemberian angka penyesuaian sebesar 0,6% berada dalam batas toleransi yang dipersyaratkan oleh *ISTA Rules 2024*. Temuan ini menunjukkan bahwa

penyimpangan hasil pengukuran bersifat sistematis sehingga dapat diperbaiki melalui penerapan faktor koreksi. Dengan demikian, *moisture meter* Kett dinyatakan memenuhi persyaratan kalibrasi dan layak digunakan untuk penetapan kadar air benih padi.

Keberhasilan kalibrasi pada *moisture meter* Kett menunjukkan bahwa hubungan antara hasil pembacaan alat dan nilai *true value* masih bersifat konsisten sehingga satu faktor penyesuaian dapat diterapkan pada seluruh rentang kadar air yang diuji. Akurasi *moisture meter* dipengaruhi oleh karakteristik sensor, sifat fisik benih, serta proses kalibrasi terhadap metode acuan [6]. Oleh karena itu, penerapan faktor penyesuaian yang tepat mampu meningkatkan kesesuaian hasil pengukuran dengan metode oven sebagai metode standar. *Moisture meter* Kett memiliki beberapa keunggulan operasional, yaitu waktu pengukuran yang singkat, portable, pengujian bersifat tidak merusak (*non-destructive*), mudah dibersihkan, serta mampu mengukur suhu contoh benih. Keunggulan tersebut mendukung penggunaannya sebagai alat penetapan kadar air pada laboratorium pengujian mutu benih, terutama untuk pengujian sampel dalam jumlah besar yang memerlukan hasil secara cepat dan konsisten.

#### Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kalibrasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan kalibrasi *moisture meter* tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik alat, tetapi juga oleh mutu contoh benih yang digunakan sebagai bahan kalibrasi. Perbedaan hasil kalibrasi antara *moisture meter* DMC 500 dan Kett menunjukkan bahwa beberapa faktor teknis dapat memengaruhi akurasi pembacaan alat. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah kemurnian contoh benih. Contoh benih yang digunakan sebagai master kalibrasi harus bebas dari kontaminan seperti batu, tanah, kerikil, maupun debu karena keberadaan bahan asing dapat memengaruhi karakteristik fisik contoh uji dan menyebabkan penyimpangan hasil pengukuran kadar air.

Setiap *moisture meter* memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap spesies benih serta rentang kadar air tertentu. Pada penelitian ini, *moisture meter* DMC 500 menunjukkan hasil

pengukuran yang masih memenuhi batas toleransi hingga kadar air sekitar 13%, sedangkan pada kadar air yang lebih tinggi penyimpangan hasil pengukuran meningkat dan tidak lagi memenuhi persyaratan kalibrasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa rentang kadar air merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam penggunaan *moisture meter*. Temuan tersebut sejalan dengan *ISTA Handbook* yang menyatakan bahwa akurasi *moisture meter* dipengaruhi oleh jenis benih, karakteristik alat, serta rentang kadar air yang digunakan dalam proses kalibrasi [12].

### **Monitoring**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *moisture meter* memerlukan evaluasi secara berkala untuk memastikan akurasi pengukuran tetap terjaga selama penggunaan. Meskipun *moisture meter* Kett memenuhi persyaratan kalibrasi pada penelitian ini, perubahan karakteristik alat akibat penggunaan jangka panjang berpotensi memengaruhi hasil pengukuran sehingga diperlukan program monitoring yang terencana.

Program monitoring sebaiknya dilakukan melalui pengecekan berkala menggunakan contoh benih dengan beberapa tingkat kadar air yang telah diketahui nilai acuannya berdasarkan metode oven. *Moisture meter* harus dikalibrasi terhadap metode oven sekurang-kurangnya satu kali setiap tahun, atau lebih sering bergantung pada jenis alat dan intensitas penggunaannya [13].

Jumlah contoh benih dan rentang kadar air yang digunakan dalam proses monitoring juga memengaruhi tingkat kepercayaan hasil evaluasi [14]. Menyatakan bahwa peningkatan jumlah sampel dan pengulangan analisis diperlukan untuk memperoleh estimasi kesalahan pengukuran yang lebih akurat. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pengecekan berkala, master contoh benih perlu dikondisikan hingga mencapai kesetimbangan kadar air setelah dikeluarkan dari ruang penyimpanan agar hasil pengukuran tetap konsisten.

### **KESIMPULAN**

Penelitian ini menunjukkan bahwa penetapan kadar air benih padi secara cepat dan akurat dapat dilakukan menggunakan *moisture meter* yang telah dikalibrasi terhadap metode

oven sebagai metode acuan sesuai *ISTA Rules 2024*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *moisture meter* DMC 500 hanya memberikan hasil pengukuran yang akurat hingga kadar air benih sekitar 13%, sedangkan *moisture meter* Kett PM 600 memenuhi persyaratan kalibrasi setelah dilakukan pemberian angka penyesuaian sebesar 0,6% pada setiap hasil pembacaan. Dengan demikian, *moisture meter* Kett PM 600 direkomendasikan untuk penetapan kadar air benih padi karena mampu memberikan hasil pengukuran yang cepat, akurat, dan konsisten setelah dikalibrasi.

### **Implikasi Penelitian**

Hasil penelitian ini memberikan dasar ilmiah bagi laboratorium pengujian mutu benih dan produsen benih dalam memilih *moisture meter* yang sesuai untuk penetapan kadar air benih padi. Selain itu, hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan prosedur operasional standar (SOP) kalibrasi *moisture meter* sehingga diharapkan dapat meningkatkan keseragaman dan keandalan hasil pengujian kadar air antar laboratorium.

### **Saran**

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi akurasi *moisture meter* pada lebih banyak varietas padi, rentang kadar air yang lebih luas, serta komoditas benih lainnya. Selain itu, perlu dilakukan kajian mengenai stabilitas hasil kalibrasi selama penggunaan jangka panjang melalui program monitoring berkala sehingga dapat diperoleh model kalibrasi yang lebih komprehensif dan dapat diterapkan secara luas pada laboratorium pengujian mutu benih.

### **PENUTUP**

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Nusa Bangsa (UNB) dan Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BBPPMBTPH) yang telah memfasilitasi, memberikan dukungan dan bimbingan selama proses pelaksanaan penelitian

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] G Elias S. The Importance of Using High Quality Seeds in Agriculture Systems.

- Agricultural Research & Technology: Open Access Journal* 2018; 15: 100–101.
- [2] Huang C, Chen S, Jiang Q, et al. Design and Experimental Study of Moisture Content Detection Device Based on Capacitive Method. *INMATEH - Agricultural Engineering* 2022; 68: 156–166.
- [3] Nurwidah A, Asni A, Haq A. Evaluasi Kadar Air Gabah. *JASATHP: Jurnal Sains dan Teknologi Hasil Pertanian* 2021; 1: 41–45.
- [4] Fatmawati F, Sunartaty R, Meutia F. Validasi Metode Pengujian Kadar Air Dengan Analisis Perbandingan Akurasi Dan Presisi. *Serambi Journal of Agricultural Technology* 2023; 5: 59–63.
- [5] BBPPMBTPH. *Penetapan Kadar Air dan Kegiatan Pendukungnya*. Depok: Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Depok, 2023.
- [6] Flor O, Palacios H, Suárez F, et al. New Sensing Technologies for Grain Moisture. *Agriculture (Switzerland)*; 12. Epub ahead of print 1 March 2022. DOI: 10.3390/agriculture12030386.
- [7] ISTA. International Rules for Seed testing 2024.
- [8] Aziz A, Mugwaneza G, Nshimiyimana JC, et al. Moisture sensing technologies for grain storage: From single sensors to intelligent multisensory system. *Rwanda 정밀농업과학기술 I Precision Agriculture Science and Technology* 2025; 7: 421–435.
- [9] Muslimah F, Warsiki E, Kartika IA. Rekayasa Produksi Indikator Oksigen Sebagai Pendeteksi Kebocoran Kemasan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 2018; 28: 310–318.
- [10] Lamberti M, Escher F. Aluminium Foil as a Food Packaging Material in Comparison with Other Materials. *Food Reviews International* 2007; 23: 407–433.
- [11] Flor O, Palacios H, Suárez F, et al. New Sensing Technologies for Grain Moisture. *Agriculture (Switzerland)*; 12. Epub ahead of print 1 March 2022. DOI: 10.3390/agriculture12030386.
- [12] Nijenstein, Harry, R. Don & CM. *ISTA Handbook on Moisture Determination*. Basersdorf, Switzerland: The International Seed Testing Association (ISTA), Switzerland, 2024.
- [13] Wei M, Qi Y, Pu X, et al. Evaluation of measurement uncertainty for handheld differential pressure anemometer. *Flow Measurement and Instrumentation* 2025; 102: 102826.
- [14] Tovalnen A. IMPLEMENTATION AND MEASUREMENT UNCERTAINTY OF A HANDHELD. *Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT*.