

kromatografi (KLT, KCKT, dan KG) maupun spektroskopi (UV-VIS, FTIR, NMR, dan massa). Di antara teknik-teknik tersebut, dapat menggunakan spektroskopi FTIR yang dapat menjadi pilihan karena spektroskopi FTIR mempunyai kelebihan dalam penyiapan sampel yang sederhana, cepat dan dapat langsung dianalisis tanpa proses pemisahan terlebih dahulu (Bunaciu dkk., 2011). Namun spektroskopi FTIR mempunyai kekurangan, yaitu tidak bisa memisahkan analit di dalam sampel sehingga spektrum serapan dari senyawa-senyawa dalam sampel menjadi tumpang tindih. Oleh karena itu, perlu menggunakan metode kemometrik untuk mengolah data dan spektrumnya (Hendrajaya dkk., 2021).

Metode kemometrik yang dipakai adalah *Principle Component Analysis* (PCA) merupakan salah satu teknik kemometrik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi informasi data yang didapatkan sehingga bisa melakukan pengenalan pola untuk membedakan analit kimia dari suatu tanaman (Umar dkk., 2016). Sehingga menggunakan metode kombinasi antara kemometrik dan sidik jari FTIR ini dapat menjadi pilihan yang tepat untuk mendeteksi adanya adulterasi.

Dari latar belakang tersebut, maka penelitian ini akan dilakukan deteksi adulterasi tepung jagung pada produk bubuk bawang putih yang beredar di pasaran dengan membandingkan bawang putih tiga wilayah di Indonesia dengan menggunakan metode analisis sidik jari secara FTIR dan kemometrik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana profil sidik jari dari bawang putih ?
2. Apakah terdapat campuran tepung jagung pada produk bubuk bawang putih yang beredar di pasaran ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan

1. Penelitian dilakukan untuk menentukan apakah FTIR efektif dalam mendeteksi adulteran jagung pada sampel bawang putih
2. Mendeteksi campuran tepung jagung pada produk bubuk bawang putih yang beredar di pasaran

1.3.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat :

- (1) Memberikan informasi mengenai adulterasi produk bubuk bawang putih yang beredar di pasaran
- (2) Memberikan tambahan pengetahuan dan informasi pada penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan bawang putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih (*allium sativum* L.) merupakan genus *allium* dan famili Alliaceae yang mana termasuk tumbuhan genus monokotil terbesar. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman umbi-umbian dan merupakan spesies apomix obligat adiploid, oleh karena itu bawang putih sistem reproduksinya secara vegetatif (Bikis, 2018). Karena cita rasa, aroma, dan nilai ornamentalnya menjadikan tanaman *Allium* menarik minat kalangan manusia. Hal ini menyebabkan bawang putih (*Allium sativum*) menjadi salah satu obat herbal lintas budaya yang paling awal di budidaya (Hasrianda & Setiarto, 2022). Pada abad ke – 16 SM, ditemukan teks medis Mesir tentang pengetahuan herbal di Papyrus Ebers yang merupakan deskripsi bawang putih tertua sebagai obat herbal mencantumkan ada sebanyak 22 resep yang menggunakan bawang putih (Nicastro dkk., 2015). Selain itu, terdapat dokumen medis kuno dari Yunani, Roma, Cina, dan India yang menggambarkan cara penggunaan medis dari bawang putih (Yoshimoto & Saito, 2019). Menurut Hippocrates bawang putih dianjurkan sebagai pencahar dan diuretik, kemudian Aristophanes dan Galen juga menyarankan bawang putih sebagai pengobatan tumor rahim (Nicastro dkk., 2015).

Bawang putih mengandung komponen makronutrien yang merupakan nutrisi penting untuk kesehatan. Bawang putih juga mengandung banyak mineral esensial selenium yang bermanfaat bagi tubuh. Selain itu, bawang putih biasa digunakan sebagai bumbu dapur dan pemberi citarasa alami yang banyak mengandung karbohidrat, serat, kalium, zat besi, dan vitamin C (Nicastro dkk., 2015). Dalam kandungan bawang putih terdapat berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, oligosakarida, dan arginin. Berdasarkan hasil penelitian sebagian besar manfaat kesehatan bawang putih berfokus pada komponen bioaktif yang mengandung belerang (Hasrianda & Setiarto, 2022).

Tingkat kebutuhan bawang putih di Indonesia sangat tinggi sedangkan produksinya tidak mampu mencukupi kebutuhan sehingga menyebabkan bawang putih Indonesia khususnya di pulau Jawa mengalami kekurangan bawang putih. Produksi bawang putih di Indonesia pada tahun 2016 sebanyak 21.150 ton, sedangkan kebutuhannya sebesar 455.284 ton sehingga untuk memenuhi kebutuhan dilakukan impor 444.300 ton (BPS, 2017). Menurut penelitian sebelumnya menyebutkan hasil *uji variance decomposition* pada variabel harga bawang putih diketahui variabel yang memiliki kontribusi besar dari periode 2 hingga periode 24 diperoleh dari variabel inflasi dengan rata-rata sebesar 8.41 persen dan saat harga bawang putih mengalami guncangan, variabel yang paling responsif adalah inflasi (Yuliati & Hutajulu, 2021). Penggunaan bawang putih sebagai pelengkap masakan dan konsumsi langsung masyarakat menyebabkan permintaan bawang putih meroket tinggi, terkhusus menjelang hari keagamaan dan perubahan musim. Namun ketika permintaan melonjak tinggi, sering kali tidak diimbangi dengan ketersediaan bawang putih. Sehingga menimbulkan kelangkaan dan mendorong harga konsumen melonjak naik (Yuliati & Hutajulu, 2021).

2.1.1 Taksonomi dan Morfologi Tumbuhan Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum* L) merupakan tumbuhan dari suku bakung-bakungan famili *Amaryllidaceae*. Spesies ini memiliki bentuk umbi lapis dan berasal dari bioma, tumbuh di iklim sedang yang tersebar mulai dari Asia tengah hingga Iran timur laut. Garlic merupakan nama lain dari bawang putih dalam bahasa Inggris. Pada tahun 1753, Carolus Linnaeus memperkenalkan nama ilmiah dari bawang putih yaitu *Allium sativum*. Morfologi dari bawang putih yaitu rata-rata tinggi tanaman bawang putih sekitar 90,5 cm, diameter batang 22,2 mm, diameter umbi 52,1 mm, tinggi umbi 37,7 mm, memiliki warna kulit umbi putih, jumlah siung per umbi rata-rata 12-14 siung, dan berat segar umbi 33,6-45 g per umbi (Atif dkk., 2020)



Gambar 1. Bawang putih

Sumber : Dokumentasi pribadi, 2024

Taksonomi dari tumbuhan bawang putih diklarifikasikan

Kingdom : Plantae

Sub kingdom : Tracheobionta

Super divisi : Spermatophyta

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Sub kelas : Liliidae

Ordo : Liliales

Family : Amaryllidaceae

Genus : Allium

Spesies : Allium sativum L.

2.1.2 Umbi bawang putih

2.1.2.1 Kandungan dan Manfaat Bawang Putih

Bawang putih mengandung komponen *makronutrien* merupakan salah satu nutrisi penting untuk kesehatan. Selain itu, bawang putih juga mengandung banyak mineral *essensial selenium* yang memberikan banyak manfaat bagi tubuh. Bawang putih digunakan sebagian besar sebagai bumbu dapur dan memberi citarasa alami

yang mengandung karbohidrat, serat, kalium, zat besi dan vitamin C (Nicastro dkk., 2015). Berikut ini kandungan dari bawang putih.

Tabel 1. Kandungan bawang putih (U.S. Department of Agriculture & Agricultural Research Service, 2011)

Component	Garlic Amount/100 g	Onions Amount/100 g	Shallots Amount/100 g	Chives Amount/100 g	Leeks Amount/100 g
Energy, kcal	149	40	72	30	61
Protein, g	6.4	1.1	2.5	3.3	1.5
Total lipid, g	0.5	0.1	0.1	0.7	0.3
Carbohydrate, g	33.1	9.3	16.8	4.4	14.2
Fiber, total dietary, g	2.1	1.7	3.2	2.5	1.8
Sugars, total, g	1.0	4.2	7.9	1.9	3.9
Calcium, mg	181	23	37	92	59
Iron, mg	1.70	0.21	1.20	1.60	2.10
Magnesium, mg	25	10	21	42	28
Phosphorus, mg	153	29	60	58	35
Potassium, mg	401	146	334	296	180
Selenium, mcg	14.2	0.5	1.0	0.9	1.0
Vitamin C, mg	31.2	7.4	8.0	58.1	12.0
Folate, mcg	3	19	34	105	64

Bawang putih juga mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti oligosakarida, flavonoid dan arginin. Berdasarkan penelitian, sebagian besar manfaat bawang putih ada pada komponen bioaktif yang mengandung belerang. Senyawa bioaktif belerang mempunyai manfaat antiinfeksi mikroba yang potensial. Senyawa tersebut berasal dari senyawa induk bawang putih seperti *alliin* (alin), proses penyimpanan bawang putih dari waktu ke waktu menyebabkan peningkatan aliin karena adanya kenaikan transformasi-glutamilsiste dan ditemukan senyawa *S-allylcysteine* (SAC) (Hasrianda & Setiarto, 2022). Senyawa ini yang berfungsi dapat membunuh dan menghambat proliferasi spektrum luas dari bakteri dan jamur (Borlinghaus dkk., 2014). Selain itu, *allicin* mempunyai berbagai fungsi biokimia, antara lain anti koagulan, anti mikroba, anti tumor, anti hipertensi, antibiotik, antioksidan, antipenuaan, antiparasit, antimikotik, antivirus, detoksifikasi logam berat, fibrinolisis, hipolipidemik (penurun lemak) dan penguat imun (Bikis, 2018; Tattelman, 2005)

2.1.2.2 Kultivar Bawang Putih

Kultivar yaitu sekumpulan suatu tanaman tertentu yang memiliki karakteristik khusus dan bisa terlihat perbedaannya dengan jelas dari jenis yang lain dan bisa diperbanyak secara generatif maupun vegetatif dengan masih

mempertahankan karakteristik khususnya. Kultivar bawang putih memiliki 102 jenis kultivar berdasarkan keragaman genetik (SNP) dan populasi. Kultivar bawang putih sangat bervariasi tidak hanya dalam hal kesuburannya, tetapi komposisi kimia, seperti senyawa organosulfur, saponin, senyawa fenolik, dan polisakarida yang terkandung (Shang dkk., 2019). Berdasarkan analisis pohon filogenetik dan distribusi geografinya kultivar bawang putih di kelompokkan menjadi 3 kelompok:

Secara umum, *diallyl sulfide (DAS)*, *diallyl thiosulfonate (allicin)*, *diallyl trisulfide (DATS)*, *diallyl disulfide (DADS)*, *S-allyl-sistein (SAC)*, dan *S-allyl-sistein sulfoksida (alliin)* merupakan senyawa organosulfur utama yang terdeteksi pada bawang putih. Bawang putih ungu memiliki kandungan saponin yang jauh lebih tinggi dibandingkan bawang putih putih. Perbedaan ini sangat signifikan, dengan bawang putih ungu mengandung hampir 40 kali lipat lebih banyak saponin daripada bawang putih putih. Selain itu, bawang putih dari jenis yang berbeda-beda punya senyawa fenolik yang mirip-mirip. Yang paling banyak ditemukan adalah asam β -resorsilat, lalu ada juga *pyrogallol*, asam galat, rutin, asam *protocatechuic*, dan *quercetin*.

Kelompok I yaitu kultivar yang sebagian besar berasal dari wilayah pesisir dan tengah China, seperti Shandong, Jiang su, Henan, dan Shaanxi. Kelompok I ini berisi 45 kultivar bawang putih dari China dan 1 dari Mesir.

Kelompok II yaitu kultivar yang sebagian besar berada di wilayah Barat Laut China seperti dari Xinjiang. Kelompok II ini berisi 36 kultivar bawang putih dari China dan 1 kultivar dari Amerika Serikat

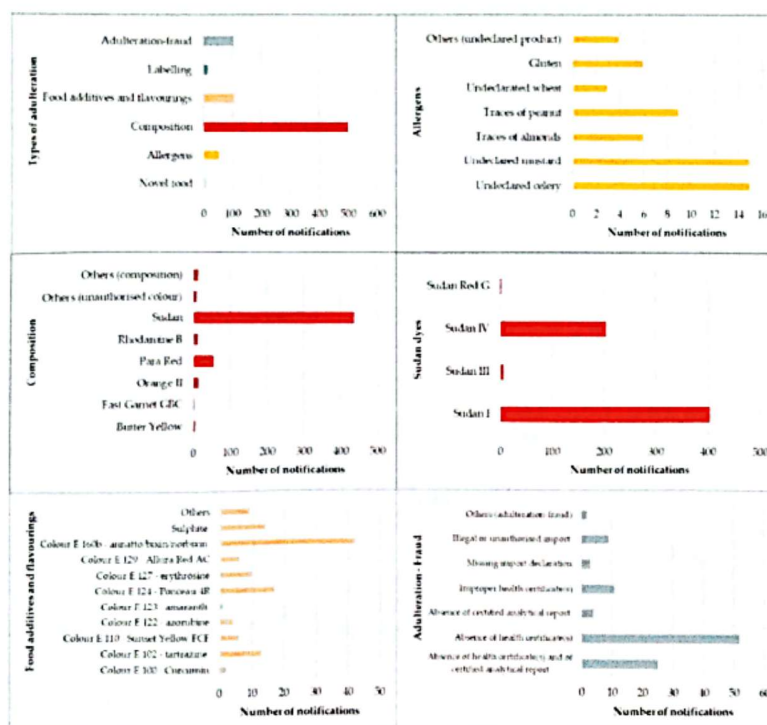
Kelompok III yaitu kultivar yang terdistribusi di wilayah Barat Laut pedalaman China seperti Qinghai, Gansu, Liaoning (Jing Yang dkk., 2024).

Pada kelompok I dan II memiliki hubungan genetik yang lebih erat karena dilihat dari asal geografisnya, kultivar kelompok I dan II berada di wilayah yang berdekatan dan memungkinkan mendapatkan pengaruh lingkungan yang serupa. Sedangkan pada kultivar kelompok III mempunyai keragaman nukleotida yang

lebih tinggi, yang mana menunjukkan potensi genetika pada kelompok III lebih besar dibanding kelompok lain (Jing Yang dkk., 2024).

2.2 Adulterasi Bahan Baku

Adulterasi adalah penambahan bahan atau unsur asing yang berkualitas rendah dengan bahan yang berkualitas tinggi, sehingga tidak lagi sesuai dengan kualitas asli yang terkait dengan produk. Penambahan dapat dilakukan dengan cara-cara seperti substitusi, pengenceran, penghilangan, peningkatan dan menyembunyikan bahan yang tidak disetujui, serta perlakuan, proses, atau produk yang tidak disetujui. Dengan cara penambahan bahan lain, hal ini mempengaruhi kualitas dan mengubah komposisi dari produk itu sendiri, yang berpotensi menyebabkan risiko kesehatan bagi konsumen (Osman dkk., 2019).



Gambar 2. Informasi pemberitahuan tentang potensi risiko yang ditemukan pada bumbu dan rempah-rempah selama periode 33 tahun (1989-2020). Jenis pemberitahuan: warna biru, pemalsuan-pemalsuan; warna merah, penambahan senyawa yang tidak diizinkan/dilarang; warna merah muda, penambahan aditif yang tidak diizinkan/dilarang; warna kuning, adanya alergen; warna abu-abu, adanya makanan baru yang tidak diizinkan. Sumber : (RASFF, 2023)

Dari data informasi yang ada dapat dilihat banyaknya adulterasi yang terjadi pada rempah-rempah menyebabkan ketidakmurnian produk sehingga mutu produk tidak sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan (Cornet dkk., 2006).

2.2.1 Taksonomi dan Morfologi Jagung

Zea mays merupakan tumbuhan suku rumput-rumputan dari famili *Poaceae*. Tumbuhan ini tumbuh di iklim tropis kering yang berasal dari bioma dan tumbuh tersebar mulai dari Meksiko tengah dan barat daya hingga Guatemala barat. Dalam bahasa Inggris tumbuhan ini dikenal dengan sebutan corn. Nama ilmiah *Zea mays* diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus pada tahun 1753. Morfologi tanaman jagung yaitu tinggi batang jagung biasanya sekitar 2-2,5 meter. Bunga jagung terdiri dari bunga jantan dan bunga betina dan keduanya terpisah. Daun jagung merupakan daun sempurna dan terdiri dari tangkai daun, pelepah daun, dan helai daun. Kedua bunga berumah satu, yaitu pada tanaman yang sama (Adriani, 2015).



Gambar 3. Jagung

Sumber : Dokumentasi pribadi, 2024

Berikut ini klasifikasi dari jagung :

Kingdom : *Plantae*

Sub kingdom : *Tracheobionta*

Super divisi : *Spermatophyta*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Equisetopsida*

Sub kelas : *Commelinidae*

Ordo : *Poales*

Famili : *Poaceae*

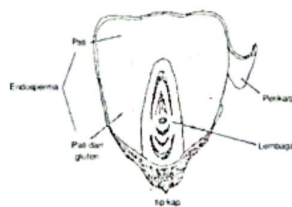
Genus : *Zea*

Species : *Zea mays L.*

2.2.2 Struktur Biji Jagung

Biji jagung merupakan biji dari tanaman monokotil, yang terdiri dari koleoptil, plumula, radikula, koleoriza, skutelum, dan endosperma (Illa dkk., 2017) . Biji jagung yang matang terdiri dari empat bagian utama yaitu perikarp, lembaga, endosperm dan tip kap. Perikarp merupakan bagian lapisan pembungkus biji jagung yang cepat berubah selama pembentukan biji. Ketika kariopsis masih muda, sel-selnya kecil dan tipis, dan akan berkembang seiring bertambahnya usia biji. Kemudian lapisan ini akan membentuk membran yang biasa disebut sebagai kulit biji atau testa/aleurone secara morfologi merupakan bagian endosperm dan memiliki bobot sekitar 3% dari keseluruhan biji. Aleuron dalam biji jagung mengandung 10% protein.

Endosperm merupakan bagian terbesar dari biji jagung, mencapai sekitar 85% dari ukurannya. Bagian ini didominasi oleh karbohidrat dan berfungsi sebagai sumber nutrisi utama bagi embrio saat perkecambahan. Endosperm terdiri dari dua jenis jaringan yang berbeda, yaitu floury endosperm yang lunak dan horny endosperm yang keras. Selain endosperm, biji jagung juga memiliki lembaga yang terdiri dari poros embrio dan skutelum.



Gambar 4. Struktur biji jagung (Suarni & Widowati, 2007)