

Penentuan Indikator Umur Simpan Minuman Botanical Berbahan Dasar Jahe Merah dan Bawang Putih

Determination of Shelf-life Indicators of Botanical Beverage Prepared from Red Ginger and Garlic

Nabila Lathifah Fatmawati, Setya Budi Muhammad Abduh*, Ahmad Ni'matullah Al-Baarri

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

Abstract. Botanical beverages are made from plant extracts that can be packaged to extend their shelf-life. The shelf-life of foods and beverages can be estimated by mathematical modelling, usually by employing linear equation model. To accurately estimate the shelf-life, it is necessary to determine the indicators. This study aimed to determine the shelf-life indicators of a botanical beverage made from red ginger and garlic which were prepared under boiling condition and packaged in glass bottles at hot condition. The product was stored at 27, 33, and 40°C and their quality attributes comprising sensory, visual consistency, viscosity, pH, and total microbe were observed weekly. The data obtained were mathematically modeled using linear equations to determine the order of the reaction (n) and the rate constant (k) of the change in quality attributes. The coefficient of determination (R^2) for the equation of change in quality attributes at 27, 33, and 40°C were 0.19, 0.21, 0.62; 0.10, 0.01, 0.01; 0.02, 0.19, 0.89 respectively for viscosity, pH, and total microbe. The total microbe is the most appropriate quality indicator for estimating shelf-life of this botanical beverage.

Keywords: boiling, hot filling, linear equation, quality attributes, total microbe

Abstrak. Minuman botanical adalah minuman dari ekstrak tanaman, yang sebagian di antaranya dikemas untuk memperpanjang umur simpan. Umur simpan produk pangan dapat diestimasi dengan model matematika, biasanya dengan menggunakan persamaan linier. Untuk dapat mengestimasi umur simpan produk pangan dengan tepat, diperlukan indikator yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan indikator umur simpan produk minuman botanical berbahan dasar jahe merah dan bawang putih yang dibuat dengan pemanasan secara mendidih dan dikemas dalam botol kaca dalam keadaan panas. Produk dalam kemasan disimpan pada suhu 27, 33, dan 40°C dan diamati mutunya setiap minggu yang meliputi mutu inderawi, citra, konsistensi produk, viskositas, pH, dan total mikroba. Data yang diperoleh dimodelkan dengan persamaan linier untuk menentukan orde reaksi (n) dan konstanta laju perubahan reaksi (k). Koefisien determinasi (R^2) untuk persamaan perubahan mutu produk pada suhu 27, 33, dan 40°C adalah sebesar 0,19, 0,21, dan 0,62; 0,10, 0,01, dan 0,01; 0,02, 0,19, dan 0,89 masing-masing untuk parameter viskositas, pH, dan total mikroba. Total mikroba merupakan indikator mutu yang paling sesuai untuk mengestimasi umur simpan produk minuman botanical ini.

Kata kunci: atribut mutu, hot filling, pemanasan mendidih, persamaan linier, total mikroba

Aplikasi Praktis: Penelitian ini memberikan informasi mengenai indikator umur simpan produk minuman botanical yang banyak dibuat oleh industri skala mikro dan kecil. Indikator umur simpan produk minuman botanical yang sudah diketahui, dapat menjadi dasar untuk melakukan perbaikan dalam peningkatan mutu dan kualitas produk. Selain itu, indikator umur simpan dapat menjadi acuan dalam menentukan umur simpan produk.

PENDAHULUAN

Minuman botanical adalah minuman yang melalui serangkaian proses untuk mendapatkan ekstrak dari tanaman yang memiliki khasiat baik bagi tubuh. Sesuai Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) No. 34 tahun 2019, minuman botanical berasal dari campuran antara air minum, bagian yang dapat dimakan, atau sari tanaman herba, termasuk teh herbal dan minuman herbal tanpa atau dengan tambahan gula, glukosa dapat terdiri dari satu atau campuran beberapa

jenis tanaman (BPOM 2019). Minuman botanical dipercaya oleh sebagian masyarakat sebagai minuman yang bermanfaat bagi kesehatan. Minuman botanical mengandung senyawa-senyawa bioaktif yang baik (Pardede 2021). Pada produk minuman botanical, bahan-bahan yang digunakan memiliki kandungan bioaktif dan umumnya sudah diketahui memiliki efek antimikroba, yang mampu membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan virus.

Senyawa aktif minuman botanical adalah komponen yang terdapat dalam bahan-bahan alami yang digunakan

*Korespondensi: setya.abduh@live.undip.ac.id

untuk membuat minuman botanikal, dan memiliki efek khas pada tubuh. Senyawa aktif minuman botanikal juga bisa memiliki efek lain, seperti antiinflamasi, antikanker, dan lainnya. Tumbuhan yang memiliki senyawa aktif yang tinggi adalah jahe merah dan bawang putih. Ekstrak etanol pada tanaman jahe merah pada konsentrasi 500 ppm bermanfaat sebagai imuno-modulator yang mampu memberikan efek peningkatan terhadap aktivitas fagositosis sel makrofag (Masniah *et al.* 2021). Bawang putih memiliki kemampuan antimikroba karena mengandung banyak senyawa organosulfur di dalamnya. Senyawa organosulfur allisin keberadaannya sebesar 70-80% dari total tiosulfinat dalam umbi bawang putih (Moulia *et al.* 2018).

Dengan kandungan khasiat yang dimilikinya, minuman botanikal berpotensi sebagai komoditas yang bernilai ekonomi tinggi. Pasar industri minuman botanikal berbahan dasar herbal tradisional di Indonesia telah menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dengan nilai penjualan mencapai Rp 6 triliun, pertumbuhan lapangan kerja sebesar tiga juta, dan konsumsi terbesarnya adalah Pulau Jawa dengan angka sebesar 60% pada tahun 2007 (Prabawa dan Fitriani 2020). Minuman botanikal tersedia dalam bentuk sediaan cairan sehingga menjadi pilihan produk yang dapat memudahkan konsumen. Hal tersebut ditunjukkan oleh data Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) tahun 2010 bahwa 55,3% masyarakat lebih memilih mengonsumsi minuman botanikal yang tersedia dalam bentuk cairan.

Dalam memproduksi minuman, industri kecil hingga menengah banyak menggunakan metode pemanasan secara sederhana karena aspek ekonomis dan kepraktisannya. Sayangnya, penerapan metode pemanasan yang baik belum banyak dilakukan dan seringkali tidak disertai dengan pengetahuan teknis yang memadai, sehingga memengaruhi mutu dan keamanan produk yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan data yang menunjukkan bahwa dari 2352 IRTP (Industri Rumah Tangga Pangan), baru 10,97% yang sudah menerapkan Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB) (Nurcahyo 2018). Pemanasan dalam konteks pengawetan merupakan upaya yang dilakukan untuk memastikan keamanan dan umur simpan produk. Pemanasan merupakan jenis pengawetan yang dilakukan menggunakan suhu tinggi pada suhu dan waktu tertentu (Susilo *et al.* 2019). Suhu tinggi dipaparkan ke produk pangan dengan tujuan membunuh mikroorganisme patogen dan pembusuk, menghancurkan enzim, dan memperpanjang umur simpan. Suhu dan waktu yang tepat sangat penting untuk dipastikan cukup dalam membunuh mikroorganisme patogen saat proses pemasakan. Beberapa enzim yang dapat menyebabkan kerusakan dan degradasi pangan seiring dengan lama penyimpanan juga diinaktifkan dalam proses pemasakan. Salah satu metode pemanasan yang dapat diterapkan pada industri kecil dan menengah untuk tujuan memperpanjang umur simpan adalah pemanasan mendidih.

Pengemasan minuman botanikal merupakan upaya yang dilakukan untuk mempertahankan mutu produk. Industri skala mikro dan kecil melakukan pengemasan

dalam kondisi panas (*hot filling*), yang terbukti mampu mempertahankan mutu produk (Pratama dan Abduh 2015). *Hot filling* dilakukan dengan cara mengisikan produk cair ke dalam kemasan dengan suhu tinggi, kemudian menutup kemasan dengan rapat dan menurunkan suhu kemasan sampai suhu ruang (Pratama dan Abduh 2015).

Suatu unit usaha yang berada di Kota Bandung, telah memproduksi minuman botanikal berbahan dasar jahe merah dan bawang putih dengan pemanasan mendidih dan dikemas dalam keadaan panas. Unit usaha tersebut belum dapat menentukan umur simpan produknya. Umur simpan produk ditentukan berdasarkan indikator tertentu yang dapat memengaruhi kerusakan mutu dan seringkali bersifat unik tergantung produknya (Ninsix *et al.* 2018). Indikator tersebut dapat berupa parameter mutu fisik, kimiawi, atau mikrobiologis. Parameter mutu yang paling cepat berubah dan sekaligus mudah diamati, dijadikan indikator dalam penentuan umur simpan produk. Parameter sensitif didapatkan dari pengamatan beberapa parameter mutu selama waktu tertentu yang kemudian dimodelkan secara matematis sebagai fungsi lama penyimpanan melalui regresi linier sehingga dapat ditentukan model yang paling valid (Kurniawan *et al.* 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan indikator umur simpan produk minuman botanikal berbahan dasar jahe merah dan bawang putih yang dibuat dengan pemanasan mendidih dan dikemas dalam keadaan panas.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan penelitian berupa jahe merah, cuka apel, bawang putih tunggal, dan lemon diperoleh dari sebuah unit usaha pembuat dan pengemas minuman botanikal yang berada di Kota Bandung, Jawa Barat. Bahan lainnya yang digunakan adalah *petrifilm* (3M, *petrifilm Aerobic Count Plates*, St. Paul, US), dan akuades yang diperoleh dari penyedia lokal.

Pembuatan minuman botanikal

Pembuatan minuman botanikal dimulai dengan disinfeksi seluruh alat yang akan digunakan untuk produksi. Alat-alat seperti baskom, telanan, penjepit botol, sendok, dan pisau didisinfeksi menggunakan sinar UV dan ozon (Getra, GTP968B1, Jakarta, Indonesia) selama 30 menit. Bahan-bahan yang meliputi jahe merah dan bawang putih tunggal dicuci bersih, kemudian dipotong menjadi potongan yang lebih kecil, lalu dimasukkan ke dalam mesin pelumat sehingga menjadi bubuk rempah. Bubuk rempah kemudian dicampur dengan sari lemon dan cuka apel, lalu dipanaskan hingga mendidih selama 10 menit, kemudian disaring, ditambahkan madu dan dipanaskan kembali hingga mendidih selama 10 menit.

Selanjutnya, produk dikemas secara *hot filling* (Hariyadi 2020). Sesuai prosedur Pratama dan Abduh (2015), pada keadaan masih panas, produk dikemas dalam botol kaca lalu ditutup dengan bantuan mesin *capping*. Botol yang telah tertutup rapat kemudian

dimiringkan sebagai upaya dekontaminasi bagian dalam botol. Selanjutnya, produk didinginkan dengan cara memasukkan botol berisi produk ke dalam air dingin.

Produk yang telah dikemas kemudian ditempatkan pada suhu 27, 33, dan 40°C sambil diamati perubahan mutunya. Mutu yang diamati meliputi mutu inderawi dengan melihat perubahan konsistensi, warna, morfologi, tampilan visual, aroma, dan rasa; citra; viskositas; pH; dan total mikroba yang diamati setiap minggu selama empat minggu penyimpanan. Pada setiap pengamatan mutu, 9 botol produk diamati.

Mutu inderawi (Maherawati *et al.* 2022)

Mutu inderawi yang meliputi konsistensi, warna, morfologi, tampilan visual, aroma, dan rasa dinilai dengan melibatkan 8 orang panelis yang sudah terbiasa dalam membuat dan menguji mutu minuman botanikal. Penilaian dilakukan dengan uji rating hedonik menggunakan skala semantik 1–10. Setiap minggunya, minuman botanikal diuji secara inderawi oleh panelis. Panelis kemudian diminta untuk mengisi *form* penilaian yang sudah disiapkan melalui *google form*.

Tampilan visual (Mikael *et al.* 2020)

Tampilan visual diamati menggunakan uji citra dengan bantuan *software Orange* (Demšar *et al.* 2013) yang didahului dengan pemindaian sampel produk untuk mendapatkan berkas citranya. Sampel diletakkan dalam gelas *beaker* kemudian ditandai sesuai dengan suhu penyimpanan dan pengulangan. Gelas *beaker* berisi sampel ditempatkan tepat di tengah *photobox* yang telah dipasang latar kain berwarna hitam. Pencahayaan dalam *photobox* dihubungkan ke aliran listrik agar lampu menyala, kemudian sampel produk diambil citranya.

Viskositas (Hartayanie *et al.* 2014)

Viskositas minuman botanikal diukur menggunakan *rotary viscometer* (NDJ-8S, Tiongkok) dengan rotor #1. Sampel dituang dalam gelas *beaker* dalam jumlah yang cukup sehingga dapat dipastikan rotor tercelup sempurna ke dalam sampel. Sampel yang telah dimasukkan ke dalam gelas *beaker* diletakkan di bawah rotor. Viskometer diatur sesuai rotor yang digunakan dan jenis sampel yang akan diuji. Setelah itu, viskometer dinyalakan sehingga rotor berputar, dan hasil pembacaan dicatat.

Nilai pH (Devirizanty *et al.* 2021)

Nilai pH diukur menggunakan pH meter (Hanna, HI98107, USA). Sebelum digunakan mengukur pH produk, pH meter dikalibrasi menggunakan *buffer* pH 7 dan dilanjutkan dengan pH 4. Nilai pH diukur dengan mencelupkan pH meter ke dalam sampel kemudian ditunggu hingga angkanya konstan. Nilai pH dapat dibaca pada monitor.

Total mikroba (Hartati 2016)

Total mikroba minuman botanikal dihitung menggunakan metode *total plate count* (TPC) pada media film komersial (Petrifilm 3M, USA) untuk *Aerobic Count*

Plate. Sampel minuman botanikal diencerkan secara berseri hingga 10⁶. Pada tingkat pengenceran yang tepat, sampel sejumlah 1 mL dituangkan pada *petrifilm*, lalu diratakan menggunakan *spreader*. *Petrifilm* yang telah diinokulasi dengan sampel, dimasukkan ke dalam plastik dan diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37°C selama 24 jam. Di akhir waktu inkubasi, koloni yang tumbuh dihitung.

Analisis data

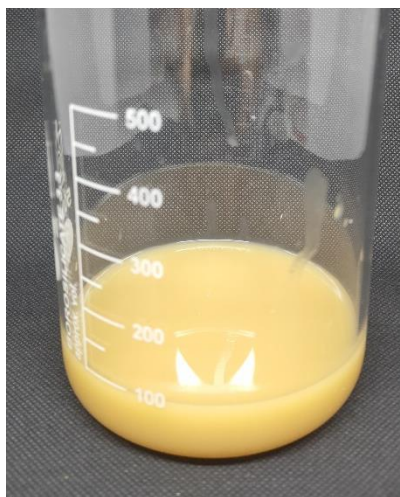
Data mutu inderawi diolah dengan metode *principal component analysis* (PCA) untuk mendapatkan perkembangan pola data dari banyak parameter secara terintegrasi seiring dengan lama penyimpanan. Analisis dilakukan dengan bantuan aplikasi *Chemoface* (Nunes *et al.* 2012) yang diawali dengan pengolahan pendahuluan berupa *mean center* untuk mendapatkan nilai Eugen yang cukup besar dengan distribusi sampel pada PCA yang tidak menyimpang dari teori. Citra tampilan visual dari produk diolah dengan metode PCA dengan bantuan aplikasi *Orange* (Demsar *et al.* 2013). Data viskositas, pH, dan total mikroba diolah dengan bantuan Microsoft Excel 2019 untuk dimodelkan dengan persamaan linier guna menentukan orde reaksi (*n*) dan konstanta laju perubahan reaksi (*k*) serta koefisien determinasinya (*R*²) (Singh 1996). Orde reaksi ditentukan dengan asumsi reaksi mengikuti pola reaksi orde nol atau reaksi orde satu berdasarkan persamaan linier. Pada asumsi reaksi orde nol, data diplotkan pada skala linier, sedangkan pada asumsi reaksi orde satu, data diplotkan pada skala semi-logaritmik. Nilai koefisien determinasi dari persamaan linier kedua plot yang mendekati nilai 1 dianggap mencerminkan reaksi yang valid pada orde reaksi yang diwakili. Suatu parameter mutu dianggap tepat untuk dijadikan indikator umur simpan ketika menunjukkan relasinya terhadap waktu dengan nilai koefisien determinasi (*R*²) mendekati nilai 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Minuman botanikal berbahan dasar jahe merah dan bawang putih yang telah dibuat memiliki karakteristik konsistensi yang cukup stabil, morfologi tidak terdapat gumpalan atau penyimpangan asing, warna coklat cerah, bentuk yang cair, tampilan visual yang menarik, aroma khas jahe dan bawang putih, serta rasa pedas dan manis. Setelah minuman botanikal selesai diproduksi, selanjutnya dikemas menggunakan botol kaca berwarna coklat. Secara visual, tampilan produk minuman botanikal disajikan pada Gambar 1.

Perubahan tampilan visual minuman botanikal selama penyimpanan

Hasil olah citra dari foto produk dan analisisnya secara PCA dengan menggunakan *software Orange* menghasilkan citra yang terdistribusi sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. PCA pada citra produk dengan dua *principal component*, berhasil menjelaskan sebagian besar (lebih dari 50%) varian data yang ditandai dari total



A



B

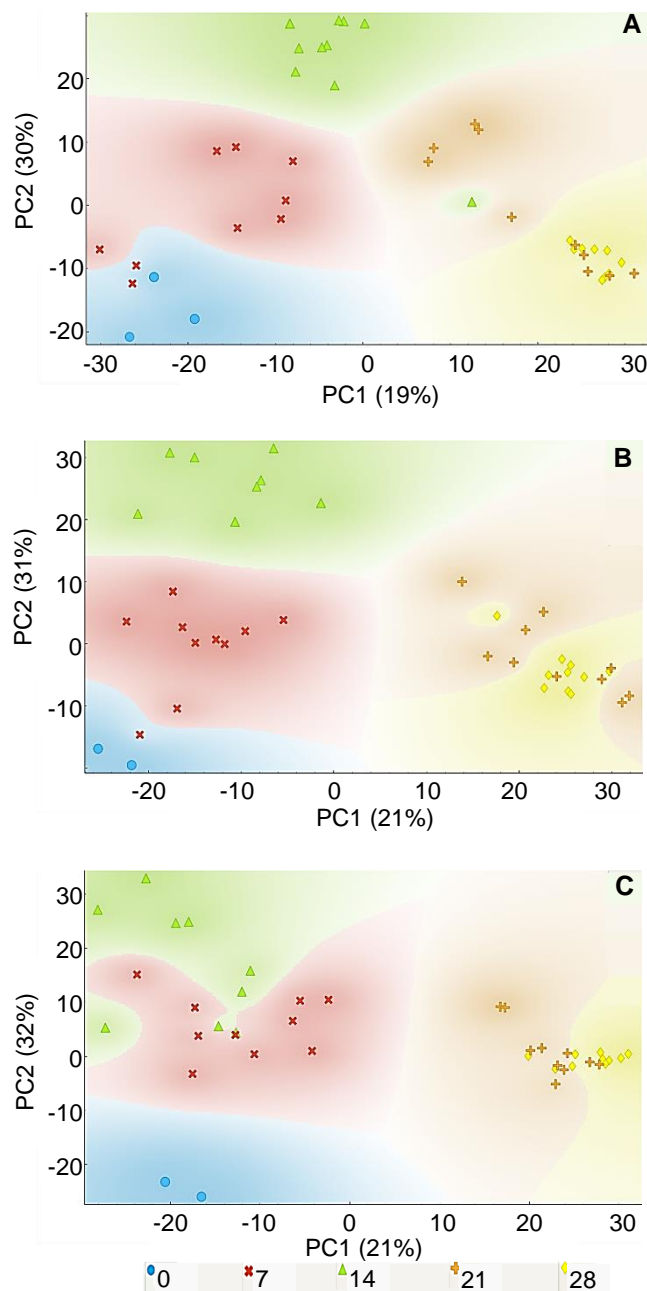
Keterangan: penampakan visual minuman botanikal dari samping (A); atas (B)

Gambar 1. Minuman botanikal dalam gelas beaker

nilai Eugen pada kedua sumbu yang nilainya masing-masing sebesar 49, 52, dan 53%. Selanjutnya dapat dilihat bahwa secara umum, citra produk terdistribusi pada beberapa kluster yang mewakili lama penyimpanan. Sampel dari lama simpan yang sama berada dalam satu kluster, yang menandakan bahwa mutu visual produk berubah seiring lama penyimpanan. Pola perubahan tampilan visual yang paling linier seiring dengan lama penyimpanan ditunjukkan oleh sampel pada suhu penyimpanan 40°C. Pola yang ditampilkan pada suhu penyimpanan 40°C menunjukkan kluster citra sampel dari berbagai lama waktu penyimpanan yang terdistribusi relatif linier sepanjang PC1.

Komponen utama tampilan visual adalah warna. Warna sampel yang berubah seiring lama penyimpanan dapat diakibatkan karena reaksi oksidasi yang terjadi selama penyimpanan (Indrayati *et al.* 2013). Proses oksidasi dapat terjadi karena senyawa-senyawa yang sifatnya sensitif terhadap oksidasi seperti senyawa yang mengandung gugus -OH (hidroksil) atau -NH (amino) mengalami

reaksi dengan oksigen, kemudian membentuk senyawa baru yang menghasilkan warna berbeda.



Keterangan: PCA plot citra produk minuman botanikal pada suhu 27°C (A); 33°C (B); 40°C (C)

Gambar 2. PCA plot citra produk minuman botanikal yang disimpan hingga 28 hari pada beberapa suhu

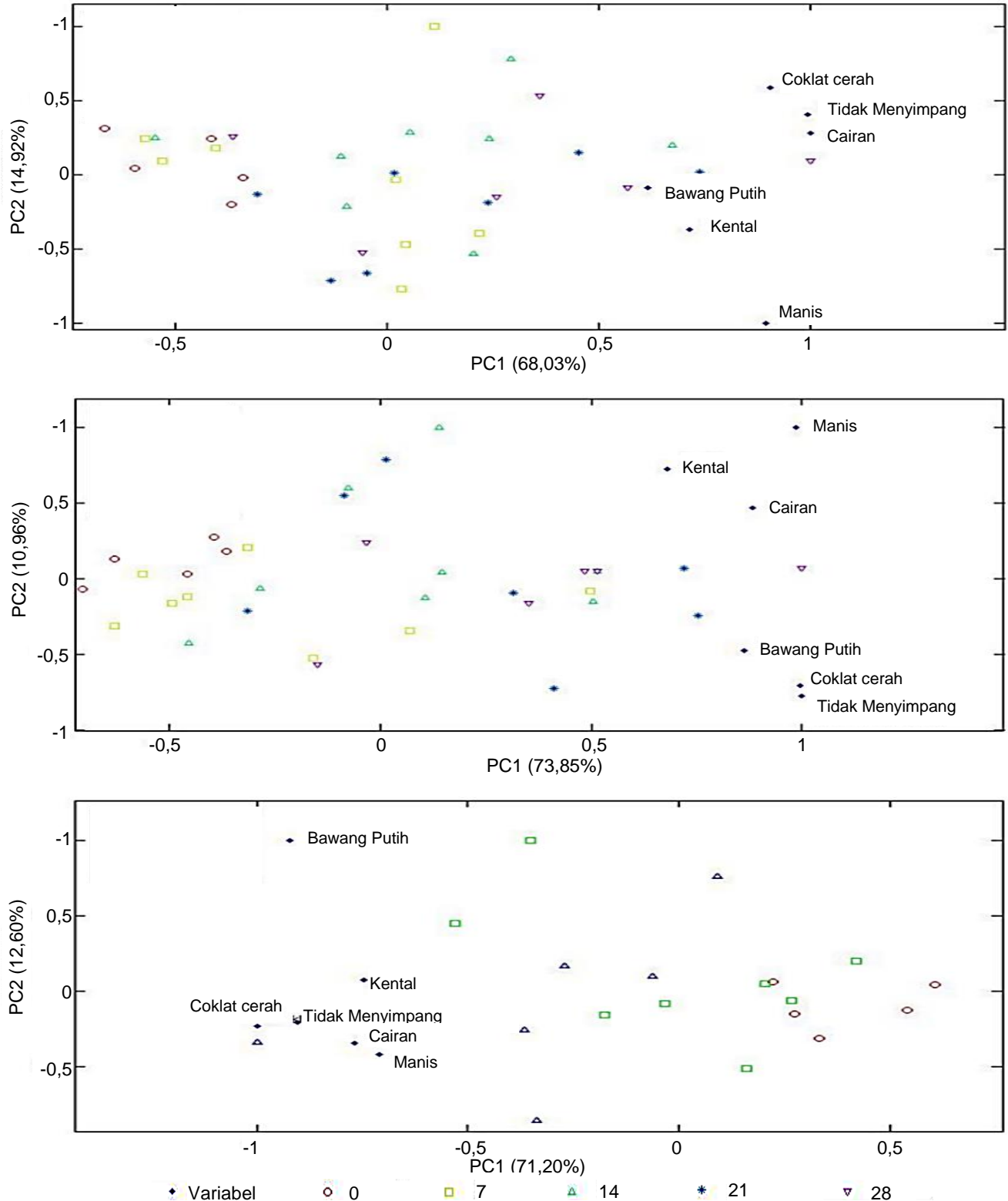
Perubahan mutu inderawi minuman botanikal selama penyimpanan

Hasil olah data mutu inderawi dari pengujian panelis terhadap produk dan analisisnya secara PCA dengan menggunakan *software Chemoface* ditampilkan pada Gambar 3. PCA pada mutu inderawi produk dengan pengolahan pendahuluan *mean center* dan dua *principal component* berhasil menjelaskan sebagian besar (lebih dari 50%) varian data yang ditandai dari total nilai Eugen pada kedua sumbu yang nilainya masing-masing sebesar 82,95; 84,81; dan 83,80%. Selanjutnya dapat dilihat

bahwa secara umum, mutu inderawi masing-masing suhu memberikan pola yang berbeda dan terdistribusi secara menyebar.

Gambar 3 menunjukkan bahwa sampel produk yang disimpan pada suhu 27, 33, maupun 40°C terdistribusi dengan tidak membentuk kluster yang unik pada setiap suhu. Pola tersebut menandakan bahwa sampel produk

memiliki mutu yang relatif tidak konsisten, sehingga tidak tampak berbeda antara satu suhu penyimpanan dengan suhu penyimpanan yang lain. Mutu yang relatif tidak konsisten ini dapat juga terjadi karena penilaian yang dilakukan setiap panelis dipengaruhi preferensi yang berbeda terhadap nilai-nilai yang dimaksud pada uji mutu inderawi.



Keterangan: PCA *biplot* mutu inderawi produk minuman botanikal pada suhu 27°C (A); 33°C (B); 40°C (C)

Gambar 3. PCA *biplot* mutu inderawi produk minuman botanikal yang disimpan hingga 28 hari pada beberapa suhu

Gambar 3 juga menunjukkan bahwa sampel produk yang disimpan pada suhu 33 dan 40°C memiliki kesamaan yakni variabel warna coklat cerah dan tampilan visual tidak menyimpang yang terletak berdekatan. Artinya terdapat korelasi antara warna coklat cerah dengan tampilan visual tidak menyimpang. Tampilan visual yang menarik pada produk makanan ialah yang memiliki warna yang mencolok, tidak kusam, dan terlihat segar. Warna memiliki korelasi dengan tampilan visual suatu produk dan dapat memengaruhi psikologi seseorang secara subjektif dalam menilai sebuah produk yang juga berkaitan dengan persepsi yang ditimbulkan (Swasty dan Utama 2017). Tampilan visual dan warna yang tidak menyimpang memiliki kesan penilaian yang baik oleh panelis (Negara *et al.* 2016).

Perubahan viskositas minuman botanikal selama penyimpanan

Persamaan linier yang menggambarkan perubahan viskositas produk seiring waktu penyimpanan memiliki nilai R^2 yang kecil pada suhu penyimpanan 27 dan 33°C, dalam rentang 0,18 hingga 0,21 baik pada plot dengan sumbu berskala linier maupun sumbu berskala semi-logaritmik. Nilai R^2 pada suhu penyimpanan 40°C juga masih relatif kecil, yaitu kurang dari 0,7. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan persamaan linier tidak tepat menggambarkan fenomena perubahan viskositas yang terjadi pada produk seiring waktu penyimpanan.

Model linier dari sampel yang disimpan pada suhu 40°C menggambarkan bahwa seiring waktu penyimpanan, viskositas produk minuman botanikal menjadi semakin rendah (Gambar 4). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Setiarto *et al.* (2018) pada saus buah merah pedas yang mengalami penurunan viskositas akibat kenaikan suhu dan lama penyimpanan karena peningkatan kadar air, akibat uap air yang tidak dapat keluar dari kemasan yang tertutup.

Khususnya pada minuman emulsi, seiring lama penyimpanan, penurunan viskositas dapat diakibatkan juga oleh proses destabilisasi emulsi. Hal ini sejalan dengan Ponglabba *et al.* (2022) pada *puree* buah merah yang mengalami destabilisasi emulsi akibat bertambahnya umur simpan. Tahapan destabilisasi emulsi diduga karena proses *creaming* (sedimentasi), flokulasi, dan koalesen yang dapat mengakibatkan penurunan mutu selama penyimpanan. *Creaming* terjadi karena gaya gravitasi sehingga menyebabkan perbedaan densitas antar fase dalam emulsi, flokulasi terjadi karena pengelompokan *droplet* minyak yang tidak teratur, dan koalesen terjadi karena penggabungan antar *droplet* minyak yang kecil menjadi *droplet* yang lebih besar.

Perubahan pH minuman botanikal selama penyimpanan

Persamaan linier yang menggambarkan perubahan pH produk seiring waktu penyimpanan memiliki nilai R^2 yang sangat kecil pada suhu penyimpanan 27, 33, dan

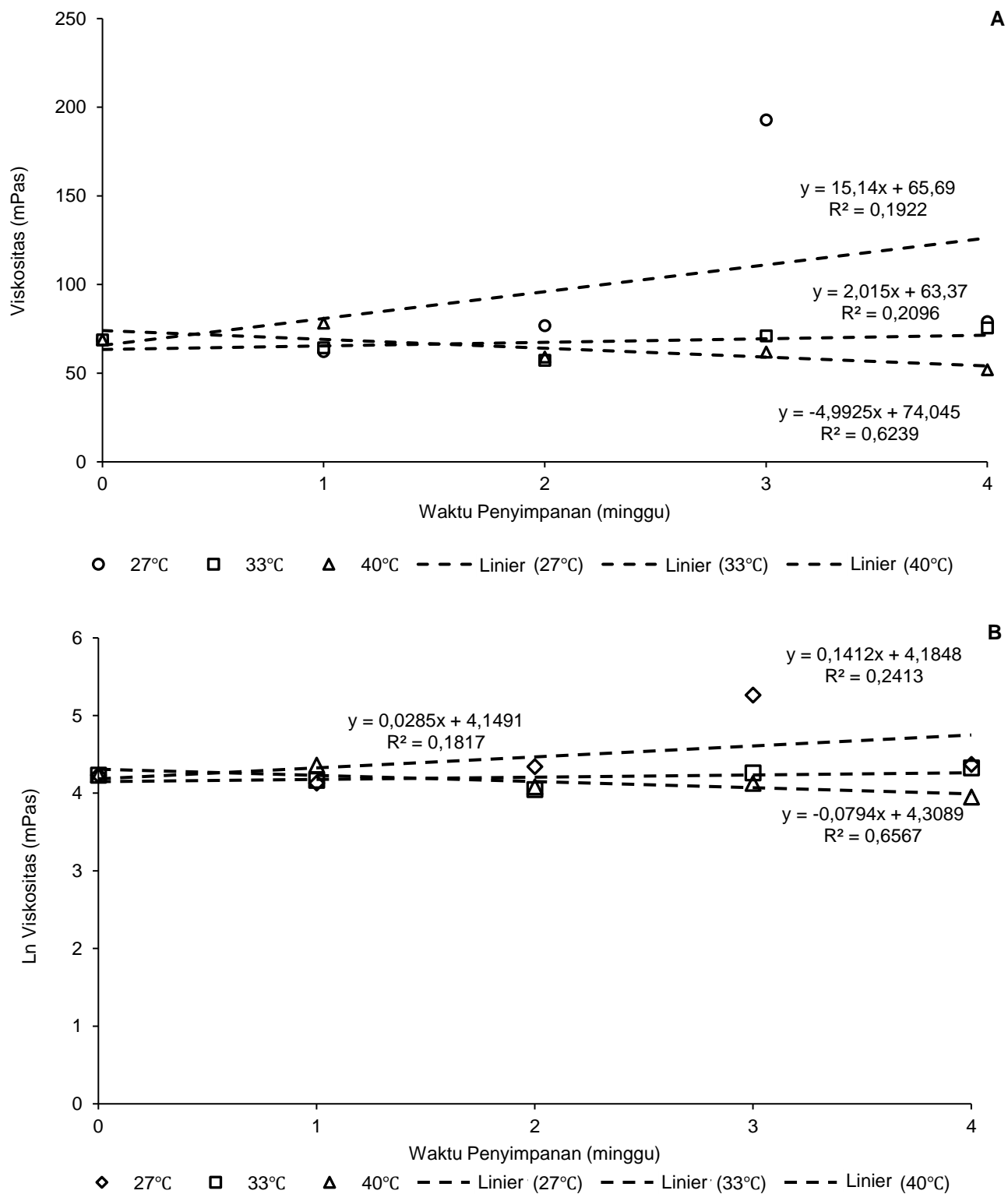
40°C dalam rentang 0 hingga 0,1 baik pada plot dengan sumbu berskala linier maupun sumbu berskala semi-logaritmik (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan persamaan linier tidak tepat menggambarkan fenomena perubahan pH yang terjadi pada produk seiring waktu penyimpanan. Model linier yang menggambarkan perubahan pH dari sampel secara umum menunjukkan pH produk minuman botanikal cenderung stabil. Perubahan pH yang tidak signifikan selama masa penyimpanan diduga karena tidak ada reaksi kimia yang signifikan terjadi antara campuran bahan-bahan pada minuman botanikal. Komposisi minuman botanikal yang terdiri dari cuka apel, jahe, dan bawang putih tunggal, dan madu membentuk suspensi yang stabil. Kriteria kestabilan dapat dilihat berdasarkan nilai pH-nya. Nilai pH yang tidak mengalami perubahan menandakan sediaan memenuhi kriteria dalam evaluasi kestabilan (Nining dan Nursal 2022).

Perubahan total mikroba minuman botanikal selama penyimpanan

Persamaan linier yang menggambarkan perubahan total mikroba produk seiring waktu penyimpanan memiliki nilai R^2 yang kecil pada suhu penyimpanan 27 dan 33°C dalam rentang 0,00 hingga 0,19 baik pada plot dengan sumbu berskala linier maupun sumbu berskala semilogaritmik. Nilai R^2 yang besar terjadi pada suhu penyimpanan 40°C, yaitu 0,97 pada plot dengan sumbu berskala linier, dan 0,89 pada plot dengan sumbu berskala semilogaritmik (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan persamaan linier berpotensi secara tepat menggambarkan fenomena perubahan total mikroba yang terjadi pada produk seiring waktu penyimpanan. Pola reaksi pada total mikroba sejalan dengan Stoeckel *et al.* (2014), yang mengungkapkan bahwa perubahan konsentrasi sel bakteri mengikuti pola reaksi orde 1.

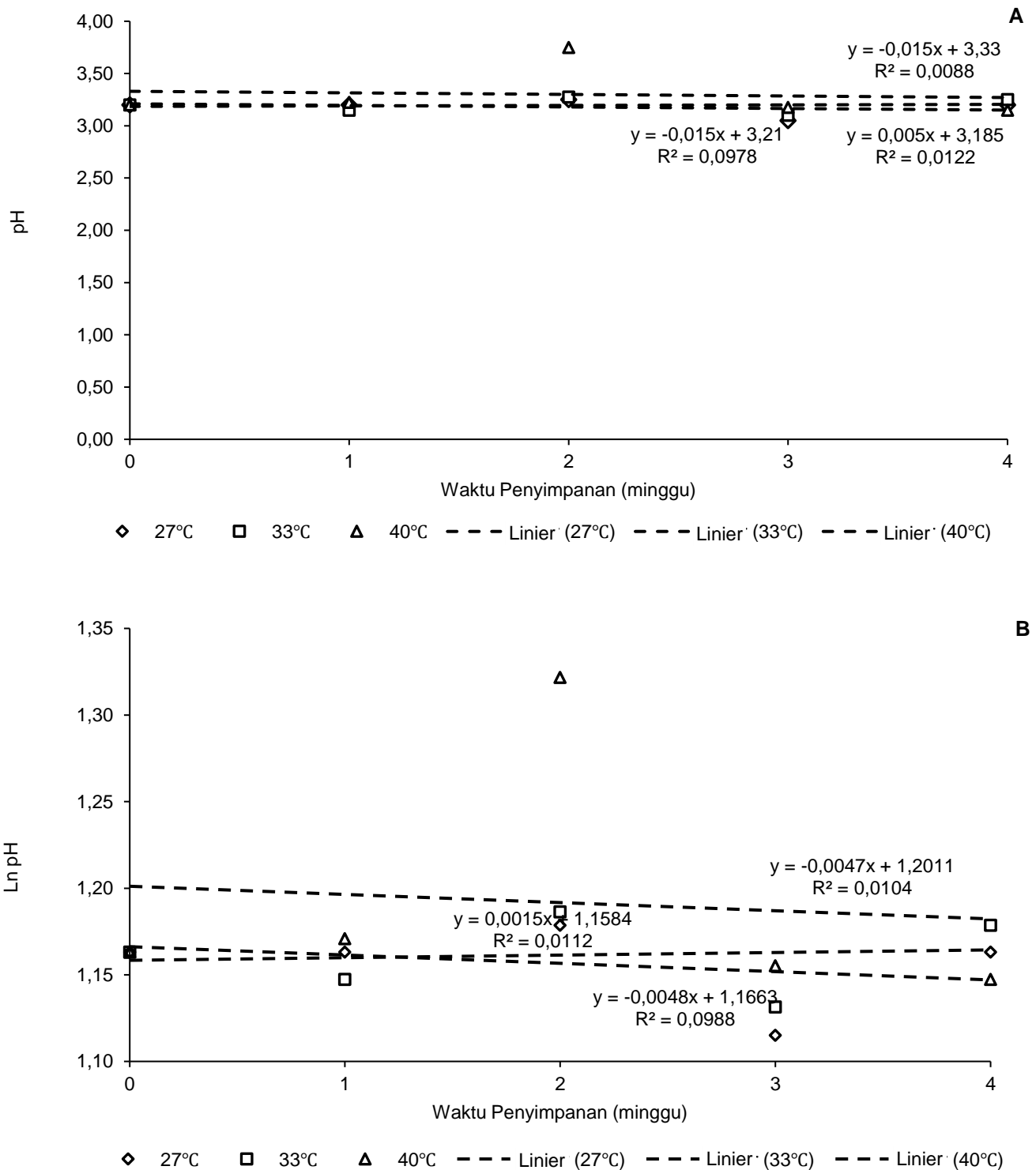
Pengamatan selama penyimpanan menunjukkan adanya pertumbuhan mikroba di dalam minuman botanikal kemasan. Penyebabnya dapat berasal dari kontaminasi lingkungan, walaupun pengamatan pada kemasan menunjukkan kemasan dalam kondisi tertutup rapat dan perlakuan *hot filling* membuat kemasan dalam kondisi vakum. Pada kondisi kemasan terjaga, pertumbuhan mikroba dapat tetap terjadi dalam produk bila di dalam produk itu sendiri terdapat spora tahan panas kemudian bergerminasi (Pratama dan Abduh 2016).

Beberapa mikroba yang kemungkinan dapat tumbuh pada produk minuman botanikal yang sejalan dengan temuan Prabandari (2023) adalah bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dan kapang *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*. Panas memengaruhi penurunan bakteri. Panas yang tidak merata menyebabkan penurunan bakteri tidak optimal. Pemasakan panci dengan kompor tidak memiliki kontrol suhu yang cukup sehingga berpotensi menyebarkan panas secara tidak merata (Abduh dan Setiani 2015).



Keterangan: plot viskositas produk minuman botanikal pada sumbu berskala linier (A); sumbu berskala semilogaritmik (B)

Gambar 4. Plot viskositas produk minuman botanikal yang disimpan hingga 28 hari



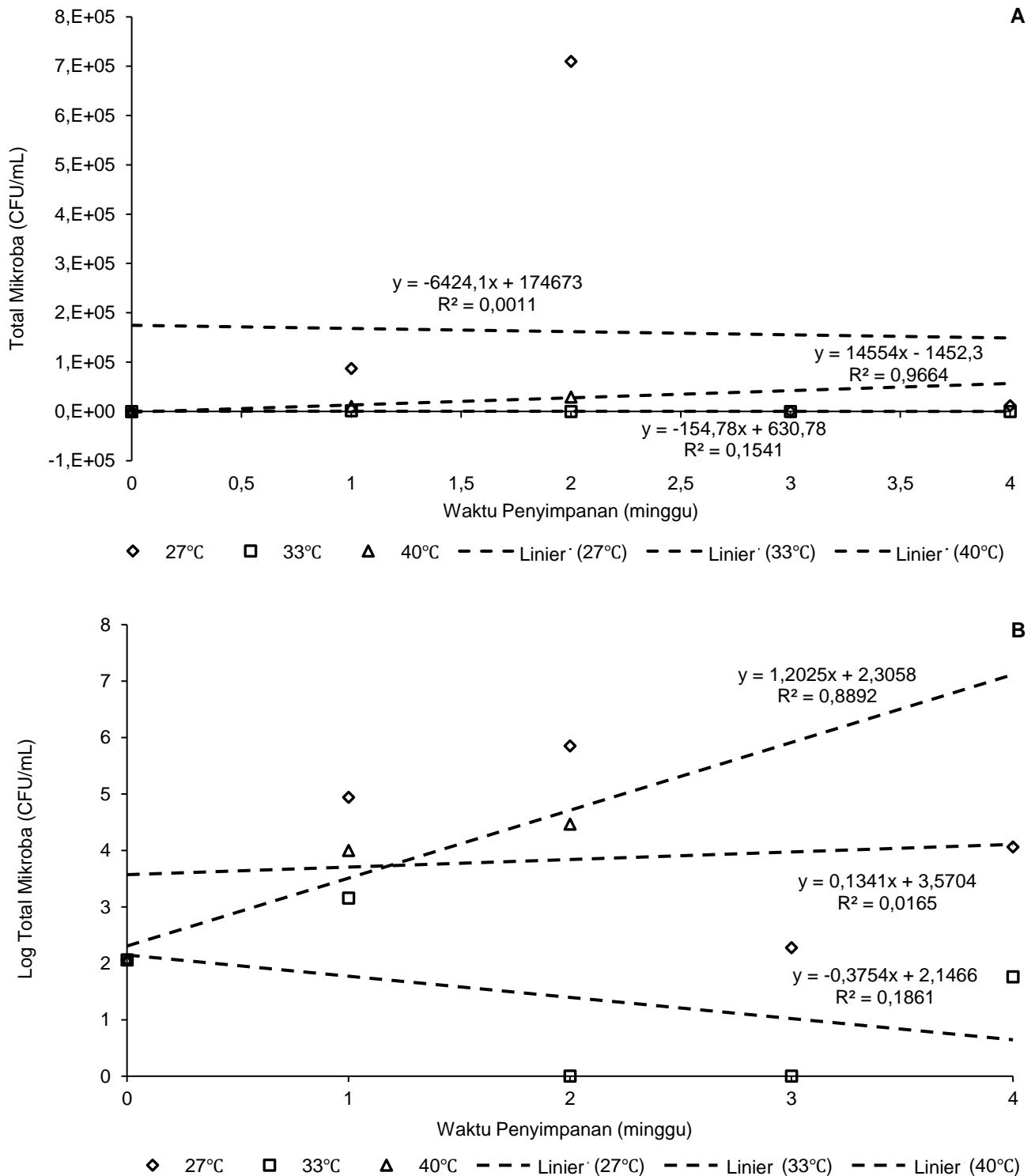
Keterangan: plot pH produk minuman botanikal pada sumbu berskala linier (A); sumbu berskala semilogaritmik (B)

Gambar 5. Plot pH produk minuman botanikal yang disimpan hingga 28 hari

Indikator penurunan mutu minuman botanikal untuk penentuan umur simpan

Pemodelan matematis dengan persamaan linier untuk melihat perubahan mutu produk minuman botanikal sebagai fungsi lama penyimpanan pada tiga suhu berbeda telah dilakukan. Model linier merepresentasikan kinetika reaksi yang menjelaskan kecepatan berbagai proses dan perubahan yang terjadi selama penyimpanan makanan (Islamiyah *et al.* 2013). Tahap selanjutnya adalah menen-

tukan parameter yang tepat untuk dijadikan indikator estimasi umur simpan produk. Tahap ini dimaksudkan untuk mendapatkan parameter yang sensitif terhadap penyimpanan. Pemodelan matematis dengan persamaan linier mendapatkan bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar ditemukan pada perubahan total mikroba pada suhu penyimpanan 40°C, yaitu 0,97 pada plot dengan sumbu berskala linier dan 0,89 pada plot dengan sumbu berskala semilogaritmik (Gambar 6).



Keterangan: plot total mikroba produk minuman botanikal pada sumbu berskala linier (A); sumbu berskala semilogaritmik (B)

Gambar 6. Plot total mikroba produk minuman botanikal yang disimpan hingga 28 hari

Namun demikian, nilai R^2 untuk perubahan total mikroba selama penyimpanan pada suhu 27 dan 33°C ditemukan memiliki nilai yang kecil, yaitu masing-masing sebesar 0,04 dan 0,22 untuk plot dengan sumbu berskala linier, dan 0,02 dan 0,19 untuk plot dengan sumbu berskala semilogaritmik. Nilai R^2 yang kecil ini menunjukkan bahwa pada data yang ada, model persamaan linier tidak tepat untuk menggambarkan perubahan

total mikroba sebagai fungsi lama penyimpanan. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh interval pengamatan total mikroba yang kurang dekat, atau waktu penyimpanan selama 28 hari yang kurang lama, sehingga kurang bisa mendapatkan perubahan total mikroba yang memenuhi persamaan linier sebagaimana yang sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya seperti (Mardiatmoko 2017; Levy-Fix *et al.* 2018; Calligaris *et al.* 2016).

KESIMPULAN

Minuman botanikal berbahan dasar jahe merah dan bawang putih dapat dibuat melalui proses pemanasan hingga mendidih dengan waktu *holding* selama sepuluh menit secara berulang. Produk yang dihasilkan dikemas menggunakan botol kaca dalam keadaan panas. Pada kondisi penyimpanan yang dimodelkan, linieritas data pada parameter mutu inderawi, tampilan visual, viskositas, dan pH menunjukkan hasil R^2 yang relatif rendah, sehingga total mikroba dapat secara hati-hati dijadikan sebagai indikator untuk menentukan umur simpan produk. Linieritas yang relatif rendah dari sebagian data perubahan mikrobiologi selama penyimpanan dapat diperbaiki pada penelitian berikutnya dengan interval pengambilan sampel yang lebih sempit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh SBM, Setiani BE. 2015. The reduction of aerobic bacterial counts of bovine milk as influenced by heat-treatments at pasteurisation temperatures. *Proc Food Sci* 3: 465–472. DOI: 10.1016/j.profoo.2015.01.051.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2019. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 34 Tahun 2019 Kategori Pangan. Badan Pengawas Obat dan Makanan, Jakarta.
- Calligaris S, Manzocco L, Anese M, Nicoli MC. 2016. Shelf-life assessment of food undergoing oxidation—A review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 56(11): 1903–1912. DOI: 10.1080/10408398.2013.807222.
- Demšar J, Curk T, Erjavec A, Gorup Č, Hočevar T, Milutinović M, Možina M, Polajnar M, Toplak M, Starič A, *et al.* 2013. Orange: Data mining toolbox in python. *J Mach Learn Res* 14(1): 2349–2353.
- Devirizanty D, Nurmalawati S, Hartanto C. 2021. Perbandingan unjuk kinerja berbagai tipe pH meter digital di laboratorium kimia. *J Pengelolaan Laboratorium Sains dan Teknologi* 1(1): 1–9. DOI: 10.33369/lab saintek.v1i1.15460.
- Hariyadi P. 2020. Teknologi isi panas efektif untuk produk minuman. *Foodreview Indonesia*. <https://www.scribd.com/document/545904382/HariyadiP-2020-Teknologi-Isi-Panas-Efektif-untuk-Produk-Minuman-FRI-2-2020-FINAL>.
- Hartati FK. 2016. Evaluasi metode pengujian angka lempeng total menggunakan metode petrifilm *aerobic count plate* terhadap metode uji SNI 01.2332.2006 pada produk perikanan di LPPMHP Surabaya. *HEURISTIC—J Teknik Industri* 13(2): 89–105.
- Hartayanie L, Adriani M, Lindayani. 2014. Karakteristik emulsi santan dan minyak kedelai yang ditambah gum arab dan sukrosa ester. *J Teknol Industri Pangan* 25(2): 152–152. DOI: 10.6066/jtip.2014.25.2.152.
- Indrayati F, Utami R, Nurhartadi E. 2013. Pengaruh penambahan minyak atsiri kunyit putih (*Kaempferia rotunda*) pada *edible coating* terhadap stabilitas warna dan pH fillet ikan patin yang disimpan pada suhu beku. *J Teknosains Pangan* 2(4): 25–31.
- Islamiyah U, Gonggo ST, Pursitasari ID. 2013. Profil kinetika perubahan kadar glukosa pada nasi dalam pemanas. *J Akad Kim* 2(3): 160–165.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. 2010. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kurniawan H, Bintoro N, Karyadi JNW. 2018. Pendugaan umur simpan gula semut dalam kemasan dengan pendekatan Arrhenius. *JRPB—J Ilmiah Rekayasa Pertanian Biosistem* 6(1): 93–99. DOI: 10.29303/jrpb.v6i1.68.
- Levy-Fix, Gorman SL, Sepulveda JL, Elhaddad N. 2018. When to re-order laboratory tests? Learning laboratory test shelf-life. *J Biomed Inform* 85: 21–29. DOI: 10.1016/j.jbi.2018.07.019.
- Maherawati, Rahayuni T, Hartanti L. 2022. Perubahan karakteristik fisikokimia dan sensoris pacri nanas kaleng selama penyimpanan. *JRPB—J Ilmiah Rekayasa Pertanian Biosistem* 10(2): 184–192. DOI: 10.29303/jrpb.v10i2.391.
- Mardiatmoko G. 2017. Pentingnya uji asumsi klasik pada analisis regresi linier berganda (studi kasus penyusunan persamaan allometrik kenari muda [*Canarium indicum* L.]). *BAREKENG—J Ilmu Matematika dan Terapan* 14(3): 333–342. DOI: 10.30598/barekengvol14iss3pp333-342.
- Masniah, Rezi J, Faisal AP. 2021. Isolasi senyawa aktif dan uji aktivitas ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale*) sebagai imunomodulator. *J Riset Kefarmasian Indonesia* 3(2): 77–91. DOI: 10.33759/jrki.v3i2.131.
- Mikael FW, Molenaar R, Lengkey LCCE. 2020. Analisis mutu dan ekonomi penerapan pengemasan vakum bawang daun potongan (*Allium fistulosum* L.) selama penyimpanan. *J Teknol Pertanian* 11(2): 72–82. DOI: 10.35791/jteta.11.2.2020.31487.
- Moulia MN, Syarief R, Iriani ES, Kusumaningrum HD, Suyatna NE. 2018. Antimikroba ekstrak bawang putih. *J Pangan* 27(1): 55–66.
- Negara JK, Sio AK, Rifkhan, Arifin M, Oktaviana AY, Wihansah RRS, Yusuf M. 2016. Aspek mikrobiologis, serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. *J Ilmu Produksi Teknol Hasil Peternakan* 4(2): 286–290. DOI: 10.29244/jipthp.4.2.286-290.
- Ninsix R, Azima F, Novelina, Nazir N. 2018. Metode penetapan titik keritis, daya simpan dan kemasan produk instan fungsional. *J Teknol Pertanian* 7(1): 46–52. DOI: 10.32520/jtp.v7i1.112.
- Nunes CA, Freitas MP, Pinheiro ACM, Bastos SC. 2012. Chemoface: A novel free user-friendly interface for chemometrics. *J Braz Chem Soc* 23(11): 2003–2010. DOI: 10.1590/S0103-50532012005000073.

- Nurchahyo E. 2018. Pengaturan dan pengawasan produk pangan olahan kemasan. *JMHU–J Magister Hukum Udayana* 7(3): 402–417. DOI: 10.24843/JMHU.2018.v07.i03.p010.
- Nining, Nursal FK. 2022. Kajian literatur: Sediaan suspensi polih herbal (bawang putih, jahe merah, lemon, cuka apel, madu) sebagai antihiperlipidemia. *J Sains Farm Klin* 9(1): 1–11. DOI: 10.25077/jsfk.9.1.1-11.2022.
- Pardede E. 2021. Kajian fungsionalitas rempah dan herbal pada naniarsik, makanan tradisional dari Sumatera Utara. *J Teknol Industri Pertanian Indonesia* 13(2): 86–92. DOI: 10.17969/jtipi.v13i2.21318.
- Ponglabba DV, Sarungallo ZL, Santoso B. 2022. Komposisi kimia dan stabilitas *puree* buah merah (*Pandanus conoideus Lamk.*) selama penyimpanan. *J Agroteknologi* 16(1): 15–28. DOI: 10.19184/j-agt.v16i01.26488.
- Prabandari AS. 2023. Total kapang khamir dan identifikasi bakteri patogen pada sediaan jamu tradisional. *IJMS–Indones J Med Sci* 10(1): 70–76. DOI: 10.55181/ijms.v10i1.408.
- Prabawa HW, Fitriani AD. 2020. Mempertahankan eksistensi jamu tradisional melalui perubahan desain pengemasan dan pemasaran. *DEDIKASI: Community Service Report* 2(1): 35–46. DOI: 10.20961/dedikasi.v2i1.35848.
- Pratama Y, Abduh SBM. 2016. Perlakuan panas mendidih pada pembuatan *milk-tea* dalam kemasan (kajian pada industri skala kecil). *J Pangan Gizi* 7(13): 1–11.
- Setiarto RHB, Widhyastuti N, Agustin N, Rahmawati, Wawo AH. 2018. Pendugaan umur simpan saus buah merah pedas (*Pandanus conoideus Lamk*) dengan metode *accelerated shelf-life test*. *J Keteknik Pertanian* 6(3): 279–286. DOI: 10.19028/jtep.06.3.279-286.
- Singh RP. 1996. *Computer Applications in Food Technology: Use of Spreadsheets in Graphical, Statistical, and Process Analysis*. 91–107. Elsevier Science & Technology Books. DOI: 10.1016/B978-012646382-8/50002-1.
- Stoeckel M, Abduh SBM, Atamer Z, Hinrichs J. 2014. Inactivation of *Bacillus spores* in batch vs continuous heating systems at sterilisation temperatures. *Int J Dairy Technol* 67(3): 334–341. DOI: 10.1111/1471-0307.12134.
- Susilo A, Rosyidi D, Jaya F, Apriliyani AW. 2019. *Dasar Teknologi Hasil Ternak*. PT. Universitas Brawijaya Press, Malang. ISBN: 978-602-432-698-2.
- Swasty W, Utama J. 2017. Warna sebagai identitas merek pada *website*. *ANDHARUPA–J Desain Komunikasi Visual Multimedia* 3(1): 1–16. DOI: 10.33633/andharupa.v3i01.1294.

JMP-03-23-09-Naskah diterima untuk ditelaah pada 15 Juni 2023. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 7 September 2023. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi>