p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410
AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Pengaruh penambahan gum arab dan *tween* 80 terhadap karakteristik fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi

Karseno*, V. Prihananto, Pepita Haryanti, Rafida Cahyaningrum

Teknologi Pangan, Universitas Jenderal Soedirman, Banyumas, Indonesia

Article history
Diterima:
1 Juni 2025
Diperbaiki:
8 Maret 2026
Disetujui:
10 April 2026

Keyword
Citronella;
Encapsulation;
Foam-mat drying;
Gum arabic;
Microwave Assisted Extraction (MAE);
Tween 80

ABSTRACT

Citronella is an essential oil-producing plant and belongs to the Graminae family (grasses). The encapsulation of citronella extract is a food product innovation that the public can easily use as a beverage and as a natural antioxidant food additive. Encapsulation of citronella extract uses the Microwave Assisted Extraction method which is used to extract bioactive compounds from various plants. In the process of encapsulating citronella extract, supporting materials are needed, namely fillers in the form of gum arabic and frothing agents in the form of tween 80. One technique for making citronella extract encapsulant is the foam-mat drying method. The aim of this study was to determine the effect of gum arabic and Tween 80 on the physicochemical characteristics, antioxidant activity, and antimicrobial properties of encapsulated citronella extract. This study used a Factorial Randomized Group Design with two factors: gum arabic concentration (5%, 10%, and 15%) and tween 80 concentration (0.5%, 1%, and 1.5%). The results showed that the higher concentration of gum arabic can increase the yield value and antioxidant activity, as well as decrease the water content, a value, b* value and total phenolic of citronella extract encapsulant. Higher concentration of tween 80 can increase the antimicrobial activity of citronella extract encapsulant on Staphylococcus aureus. The combination of gum arabic and tween 80 concentration treatment significantly influenced the antimicrobial activity of citronella extract encapsulant against Escherichia coli, with inhibition ranging from weak to moderate.*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi
Email : karseno@unsoed.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v20i3.30264

PENDAHULUAN

Salah satu tanaman atsiri Indonesia yang potensial untuk dikembangkan adalah serai wangi. Serai wangi mengandung senyawa kimia penting seperti minyak atsiri, saponin, polifenol, dan flavonoid. Selain itu juga memiliki senyawa dengan khasiat antimikroba di antaranya senyawa sitronelal, sitronelol, dan geraniol (Mayasari and Sapitri 2019). Serai wangi mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Purbowati et al. 2021). Ekstrak serai wangi juga memiliki aktivitas antioksidan karena mengandung senyawa sitronelal dan geraniol yang berperan dalam menangkal radikal bebas (Hendrik G et al. 2013; Ambari et al. 2020). Berdasarkan penelitian Rachmatillah et al. (2021) yang melakukan pengujian menggunakan metode DPPH, diketahui minyak serai wangi memiliki aktivitas antioksidan sebesar 47,58% dan nilai IC_{50} 3,80 ppm yang tergolong sangat kuat. Hermawati et al. (2023) melaporkan bahwa minyak serai wangi memiliki aktivitas antimikroba dengan diameter zona hambat sebesar 18,36 mm untuk bakteri *E. coli* dan 13,07 mm untuk bakteri *S. aureus*.

Komponen aktif dari serai wangi yakni sitronelal, sitronelol, dan geraniol, bersifat sensitif terhadap panas (termolabil). Upaya untuk melindungi komponen aktif tersebut dapat dilakukan dengan cara enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan teknik untuk melindungi bahan inti yang semula berbentuk cair menjadi bentuk padatan sehingga mudah ditangani serta dapat melindungi bahan inti. Enkapsulasi dapat meningkatkan komponen gizi dan sensoris serta mempertahankan komponen-komponen yang berperan dalam kesehatan. Tujuan aplikasi enkapsulasi dalam pengembangan produk pangan, yaitu enkapsulasi dapat meningkatkan komponen bioaktif (antioksidan, mineral, vitamin, fitosterol, lutein, lemak, asam lemak, likopen, sel hidup: probiotik) di dalam makanan (Aminah and Hersoelistyorini 2021). Enkapsulasi adalah suatu proses yang mampu mempertahankan sifat fisik, kimia, dan biologis dari suatu senyawa aktif atau bahan inti dengan cara melapisinya di dalam suatu bahan penyalut (Agustin and Wibowo 2021).

Ekstraksi adalah proses pemisahan kandungan senyawa aktif dari jaringan tumbuhan dengan pelarut tertentu (Aryanti et al. 2016). Metode ekstraksi yang digunakan adalah *Microwave-Assisted Extraction* (MAE). Merupakan metode ekstraksi nonkonvensional yang digunakan untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari berbagai tanaman karena mempunyai keuntungan seperti efisiensi energi lebih tinggi, pelarut yang digunakan lebih sedikit, serta waktu ekstraksi cepat (Ayu et al. 2021). Berdasarkan penelitian (Gharekhani et al. 2012) membuktikan bahwa MAE lebih efektif dibandingkan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) dan konvensional karena waktunya lebih singkat dengan hasil yang lebih tinggi.

Pada pembuatan enkapsulan ekstrak serai wangi dibutuhkan bahan penunjang, yaitu *bulking agent* atau bahan pengisi berupa gum arab. Gum arab bersifat sebagai pembentuk tekstur, film, pengikat, dan pengemulsi yang baik karena adanya komponen protein. Gum arab memiliki keunikan yaitu kelarutannya tinggi dan tahan panas sehingga air tidak akan mengkristal dalam adonan melainkan akan memperbaiki adonan sehingga mutu produk mampu bertahan lebih lama dan meningkatkan daya terima masyarakat (Siahaan et al. 2018)). Salah satu bahan pengisi yang umum digunakan adalah gum arab. Gum arab dapat meningkatkan stabilitas dengan peningkatan viskositas dan juga tahan terhadap proses pengolahan dengan panas (Praseptiangga et al. 2016).

Bahan penunjang lain yang dibutuhkan adalah bahan pembuih, yaitu tween 80. Tween 80 yang digunakan sebagai bahan pembusa memiliki kemampuan mempercepat pengeringan dan sebagai pengemulsi (Mayasari and Manalu 2019) 9). Penggunaan tween 80 pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan terbentuknya busa (*foam*) sehingga permukaan partikel akan membesar dan dapat mempercepat pengeringan. Tween 80 memiliki nilai HLB (*Hydrophilic-Lipophilic Balance*) 15 yang dapat berfungsi sebagai bahan pembentuk buih dan cenderung larut air (Susanti and Putri 2014).

Sudah ada beberapa penelitian terkait ekstrak serai wangi dan pemanfaatannya. Demikian juga untuk pengujian ekstrak serai wangi sebagai antimikroba dan antioksidan, diantaranya Rachmatillah et al. (2021) tentang aktivitas antioksidan tiga jenis sereh wangi dan campurannya , mikroenkapsulasi minyak sereh wangi untuk untuk mengusir nyamuk (Solomon et al. 2012), dan enkapsulasi ekstrak daun serai wangi menggunakan kitosan dan pengujian antimikrobanya (Komariah et al. 2025). Enkapsulasi ekstrak serai wangi dengan

polisakarida gum arab dan pengujian kemampuan antioksidan dan antimikrobanya belum dilakukan. Melalui penelitian ini dikaji penggunaan gum arab sebagai bahan pengisi pada enkapsulan ekstrak serai wangi dan aktivitas antimikroba dan antioksidannya.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gum arab terhadap karakteristik fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi, mengetahui pengaruh konsentrasi tween 80 terhadap karakteristik fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi, serta mengetahui pengaruh kombinasi antara gum arab dan tween 80 terhadap karakteristik fisikokimia, aktivitas antioksidan, dan antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serai wangi jenis mahapengiri (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) dengan umur tanaman 4 tahun yang diperoleh dari Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas, gum arab, tween 80 (Merck), akuades, serbuk DPPH (Sigma), metanol pro analisis, etanol pro analisis (Sigma), asam galat (Sigma), *folin ciocalteau* (Merck), Na_2CO_3 (Merck), *Nutrient Broth*, *Nutrient Agar* (Merck), *Staphylococcus aureus* (FNCC), *Escherichia coli* (FNCC), NaCl, kloramfenikol, kertas cakram (Sigma), dan kertas Whatman (Sigma).

Alat

Alat yang akan digunakan di antaranya *cabinet dryer*, oven (Memert), *microwave* (LG), timbangan analitik (Ohaus), *vacuum rotary evaporator*, a_w meter (Amitari), *colour reader* (Minolta), pH meter (Smart sensor), spektrofotometer (Shimadzu), autoklaf (Hirayama), mikropipet (Socorex), inkubator (Memert), dan peralatan gelas.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor yang diteliti, yaitu konsentrasi gum arab (b/v) yang terdiri dari 5%, 10%, dan 15% serta konsentrasi tween 80 (v/v) yang terdiri dari 0,5%; 1%; dan 1,5%. Dari kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi sebanyak 9 perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga didapatkan 27 unit percobaan.

Pembuatan Ekstrak Serai Wangi

Proses ekstraksi dilakukan berdasar penelitian Purbowati et al. (2021). Daun dan batang serai wangi disortasi, dicuci, dan dikeringkan dengan *cabinet dryer* selama 48 jam pada suhu 50°C dan diuji kadar airnya hingga mencapai ± 5% yang bertujuan agar sampel seragam. Selanjutnya daun dan batang serai dipotong dengan ukuran ± 0,5 cm untuk mempermudah ekstraksi. Serai wangi ditimbang sebanyak 10 g dan direndam dalam 100 mL etanol 70% selama 1 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam *microwave* selama 5 menit dengan daya 200 W (setiap 1 menit ekstraksi didiamkan 1 menit agar tidak terjadi peningkatan suhu). Selanjutnya adalah penyaringan secara bertingkat yaitu pertama menggunakan kain saring dan kedua menggunakan kertas saring. Hasil dari penyaringan kemudian diuapkan di *vacuum rotary evaporator* selama 20 menit pada suhu 55°C dan disimpan dalam wadah gelap.

Pembuatan Enkapsulan Ekstrak Serai Wangi

Proses enkapsulasi dilakukan berdasar penelitian (Fajrin et al. 2025) yang dimodifikasi. Ekstrak serai wangi cair dengan tween 80 (0,5%, 1%, dan 1,5%) dicampur dan dihomogenisasi dengan *mixer* selama 1 menit. Kemudian ditambahkan gum arab (5%; 10%, dan 15%) dan dihomogenisasi dengan *mixer* selama 24 menit dengan kecepatan tinggi hingga berbuih. Selanjutnya hasil homogenisasi dituang di atas plat kaca dan dikeringkan di dalam *cabinet dryer* selama 9 jam pada suhu 60°C. Kemudian dihaluskan dengan blender selama 2 menit dengan kecepatan tinggi dan diayak dengan ayakan mesh 80.

Uji Kadar Air

Pengukuran kadar air mengacu kepada metode (Horwitz 2005). Cawan porselen kosong dikeringkan di dalam oven sampai kering (1 jam pada suhu 100-105°C), kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Setelah itu ditimbang dan dicatat berat cawan. Sampel sebanyak 2 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan, kemudian dikeringkan dalam oven selama 4 jam. Cawan dikeluarkan dari oven, didinginkan dalam desikator selama 15 menit, dan ditimbang. Kemudian dikeringkan kembali dalam oven selama 1 jam, dikeluarkan dari oven, didinginkan

dalam desikator selama 15 menit, dan ditimbang. Dilakukan pengulangan hingga berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,002 g). Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \text{ x } 100\% \quad (1)$$

Keterangan:
A = berat cawan (g)
B = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (g)
C = berat cawan + sampel setelah dikeringkan (g)

Uji Rendemen

Pengukuran rendemen mengacu kepada metode Horwitz (2005). Berat awal sampel ditimbang, kemudian dilakukan pembuatan enkapsulan ekstrak serai wangi. Berat dari enkapsulan ekstrak serai wangi ditimbang sebagai berat akhir produk. Rendemen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Rendemen} = \frac{beratakhirproduk}{beratawalbahan} \text{ x } 100\% \quad (2)$$

Uji Aktivitas Air (a_w)

Uji aktivitas air (a_w) diukur dengan alat a_w meter berdasarkan metode Belitz et al. (2009).Sampel dimasukkan ke dalam wadah sampel sampai tanda batas. Selanjutnya, diukur aktivitas air dengan a_w meter selama 5 menit. Kemudian hasil sampel dapat diketahui.

Uji Warna

Uji warna diukur menggunakan alat *colour reader* mengacu kepada metode Alhanannasir et al. (2021). Sampel disiapkan dan ditempatkan dalam wadah, kemudian ditentukan pembacaan nilai L*, a*, dan b*, selanjutnya diukur warnanya dengan menggunakan *colour reader*. Skala warna yang dibaca dengan parameter L* adalah kecerahan dengan nilai positif (+) cerah dan nilai (-) suram; a* adalah kemerahan dengan nilai positif (+) merah dan nilai (-) hijau; b* adalah kekuningan dengan nilai positif (+) kuning dan nilai (-) biru.

Uji Kelarutan

Pengukuran kelarutan mengacu kepada metode Belitz et al. (2009). Sampel ditimbang sebanyak 1 g (a) dan dilarutkan dalam 10 mL akuades, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman. Sebelum digunakan, kertas saring dikeringkan dalam oven 105°C selama 30 menit dan ditimbang (b). Setelah penyaringan, kertas saring dikeringkan kembali dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C. Setelah itu, kertas saring didinginkan di desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang sampai tercapai bobot tetap (c). Kelarutan dalam air dapat dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$Kelar\ tan\ tan\ \ dalamair(\%) = \left(1 - \left(\frac{c-b}{a}\right)\right) \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:
a = berat sampel (g)
b = berat kertas saring kering (g)
c = berat kertas saring dan residu (g)

Uji pH

Uji pH diukur menggunakan alat pH meter menggunakan metode Mangalisu and Permatasari (2020). Sampel sebanyak 1 g diencerkan dengan akuades sebanyak 15 mL. Selanjutnya pH meter dinyalakan dan distandardisasi dengan larutan *buffer* pH 4 dan 7. Elektroda pH meter kemudian dibilas dengan akuades lalu dikeringkan dengan tisu. Sampel diukur setelah pH meter dikalibrasi. Alat pH meter dicelupkan ke dalam sampel lalu dibiarkan sampai angka pH meter stabil. Nilai yang tertera pada layar monitor pH meter kemudian dicatat.

Total Fenolik

Pengukuran total fenolik dilakukan dengan mengacu pada metode (Safithri et al. 2020). Asam galat ditimbang 0,0025 g dan dilarutkan dalam etanol hingga 25 mL dan digunakan sebagai stok. Selanjutnya dibuat seri pengenceran larutan standar asam galat dari stok dan diperoleh konsentrasi 0, 7, 14, 21, 28 dan 35 ppm dengan menggunakan akuades sebagai pelarut. Ekstrak sampel dibuat dengan cara melarutkan 1 g sampel dalam 10 mL akuades dan disaring dengan kertas saring. Lalu dilakukan pengenceran 50x (konsentrasi 40 ppm) dan diambil 0,6 mL menggunakan pipet dan dimasukkan ke tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan reagen *Folin-Ciocalteu* 10% (10 mL *Folin* + 100 mL akuades) sebanyak 3 mL ke dalam masing-masing tabung reaksi dan diinkubasi pada suhu kamar selama 10 menit. Setelah inkubasi, ditambahkan reagen Na_2CO_3 7,5% (7,5 g Na_2CO_3 + 100 mL akuades) sebanyak 2,4 mL dan dihomogenkan dengan vortex selama 20 detik. Selanjutnya diinkubasi

kembali pada suhu kamar selama 60 menit, dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 765 nm. Total fenolik dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4).

$$Total\ fenolik = FP \times X(\mu g) \times \left(\frac{v}{berat\ sampel(g)}\right) \quad (4)$$

Keterangan:
FP = Faktor pengenceran
V = Volume ekstrak (mL)
X = Kadar fenol (nilai x)

Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan berdasar metode Rachmatillah et al. (2021). Serbuk DPPH ditimbang sebanyak 0,0039 g dan dilarutkan dengan metanol. Setelah itu dimasukkan ke labu ukur 100 mL dan ditambahkan metanol sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi 0,1 mM. Kemudian ekstrak sampel dibuat dengan cara melarutkan 1 g sampel dalam 5 mL akuades, lalu disaring dengan kertas saring. Setelah itu larutan sampel disiapkan dengan konsentrasi 6,67; 20; 40; 80; dan 200 ppm dalam akuades. Selanjutnyadiambil masing-masing 0,2 mL dan ditambahkan 2,8 mL larutan DPPH 0,1 mM, kemudian ditutup dengan aluminium foil. Setelah itu dihomogenkan dengan vortex selama 1 menit. Kemudian diinkubasi selama 30 menit dalam ruang tertutup dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Adapun % inhibisi dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (5).

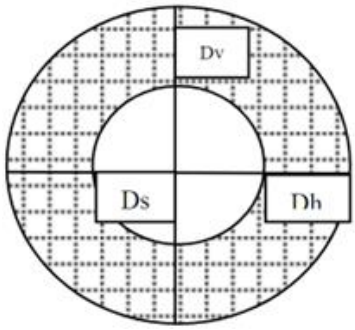
$$\%inhibisi = \frac{A_{blanko} - A_{sampel}}{A_{blanko}} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan
A = Absorbansi

Dibuat persamaan hubungan konsentrasi (x) dengan % inhibisi (y), kemudian diperoleh regresi linier dalam bentuk persamaan y = mx + c yang digunakan untuk mencari nilai IC_{50} dari masing-masing sampel dengan menyatakan nilai y sebesar 50 dan nilai x yang akan diperoleh sebagai IC_{50}.

Aktivitas Antimikroba

Pengukuran aktivitas antimikroba dilakukan berdasar metode (Khasanah and Nugraheni 2021); Savana et al. 2024). Sampel sebanyak 1 g dilarutkan dalam 10 ml akuades, kemudian disaring menggunakan kertas saring. Kontrol positif yang digunakan yaitu kloramfenikol dengan konsentrasi 1000 ppm (0,01 g dalam 10 mL akuades), sedangkan kontrol negatif yang digunakan yaitu akuades steril. Selanjutnya, kertas cakram direndam dalam larutan sampel, kloramfenikol, dan akuades selama 15 menit. Diambil 100 µl biakan mikroba kemudian dilarutkan dalam 9 mL NaCl fisiologis. Biakan mikroba kemudian diambil sebanyak 100 µl, diletakkan pada cawan petri steril, lalu ditambahkan ±15 mL media NA dan dibiarkan memadat. Kertas cakram kemudian dikeringanginkan dan ditanam pada media NA padat dalam petri, dan diinkubasi selama 10 jam pada suhu 37°C. Zona bening yang terbentuk menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan mikroba dan diukur menggunakan jangka sorong. Diameter zona hambat diukur dengan menggunakan Persamaan (6) sebagai berikut (Tansil et al. 2016).



Gambar 1 Pengukuran diameter zona hambat Sumber: (Tansil et al. 2016)

$$Diameter\ zona\ hambat = \left(\frac{D_h + D_v}{1} - D_s\right) \quad (6)$$

Keterangan:
Dh = diameter horizontal
Dv = diameter vertical
Ds = diameter kertas cakram
▭ = zona hambat

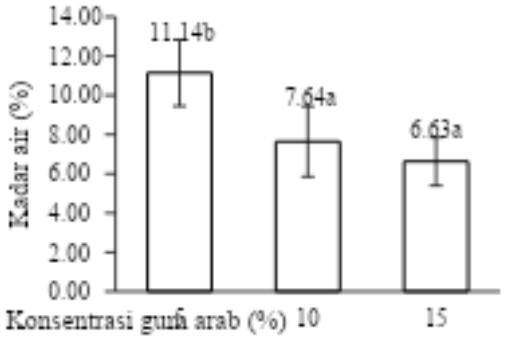
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA pada taraf kepercayaan 95%. Apabila dari data terdapat pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Konsentrasi gum arab berpengaruh nyata terhadap kadar air enkapsulan ekstrak serai wangi ($p<0,05$). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab terhadap kadar air enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 11,14% sampai 6,63%. Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa konsentrasi gum arab 5% memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi gum arab 10% dan 15%. Gum arab merupakan golongan karbohidrat yang bersifat hidrofilik dan mempunyai banyak gugus hidroksil sehingga mampu untuk mengikat air. Semakin tinggi konsentrasi gum arab dapat meningkatkan total padatan dan menurunkan persentase air yang terkandung dalam produk, sehingga kadar air mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan penelitian Ginting et al. (2022) bahwa kadar air pada enkapsulat ekstrak daun singkong menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi enkapsulan.



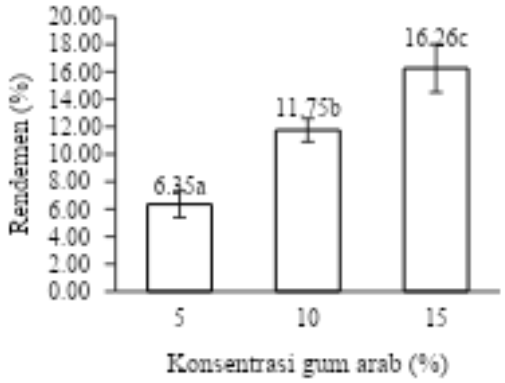
Gambar 2 Pengaruh konsentrasi gum arab terhadap kadar air enkapsulan ekstrak serai wangi.

Gum arab tersusun dari protein yang secara kovalen terikat dengan komponen penyusun makromolekul. Gugus amino dan hidroksil yang terdapat dalam protein dapat membentuk ikatan hidrogen dengan satu atau lebih molekul air sehingga dapat menahan dan menyerapnya dalam struktur molekul dan membentuk koloid yang kental dengan struktur gel. Akibatnya, semakin banyak air yang terperangkap dalam struktur (Gardjito et al. 2006; Praseptiangga et al. 2016). Gum arab tergolong rendah dalam mengikat air sehingga air lebih mudah diuapkan selama pengeringan. Dibandingkan dengan jenis hidrokoloid lainnya, gum arab memiliki daya ikat air paling rendah yaitu berkisar 7,49% (Torio et al. 2006; Susianti et al. 2020).

Konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air enkapsulan ekstrak serai wangi ($p>0,05$). Hal ini diperkirakan karena pengaruh pengikatan hidrofilik dan hidrofobik terhadap pengikatan air dalam enkapsulan ekstrak serai wangi (Ginting et al. 2022). Pada setiap penambahan tween 80 memberikan kekuatan gugus hidrofilik dan hidrofobik yang cenderung sama sehingga kekuatan pengikatan airnya pun tidak berbeda dan menyebabkan kadar air yang tidak berbeda nyata. Kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 diketahui tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air enkapsulan ekstrak serai wangi ($p>0,05$). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap kadar air enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 6,07 sampai 11,09%. Berdasarkan, mutu bubuk rempah-rempah memiliki kadar air maksimal 11%, sehingga kadar air enkapsulan ekstrak serai wangi sudah memenuhi syarat SNI karena memiliki kadar air di bawah 11% (Mayasari et al. 2019).

Rendemen

Konsentrasi gum arab berpengaruh nyata terhadap rendemen enkapsulan ekstrak serai wangi ($p<0,05$). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab terhadap rendemen enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 6,35% sampai 16,26%. Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa konsentrasi gum arab 15% memiliki rendemen paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi gum arab 5% dan 10%. Peningkatan konsentrasi gum arab sangat berpengaruh terhadap rendemen produk yang dihasilkan. Salah satu sifat gum arab sebagai *bulking agent* adalah untuk memperbesar volume dan sebagai bahan pengisi dalam bahan yang digunakan sehingga dapat menyebabkan meningkatnya berat hasil akhir produk dengan semakin banyaknya gum arab yang ditambahkan (Iswari 2007; Aliyah and Handayani 2019). Hal ini sesuai dengan penelitian (Zen et al. 2021) bahwa rendemen pada enkapsulat ekstrak kulit buah kakao meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi enkapsulan.



Gambar 3 Pengaruh konsentrasi gum arab terhadap rendemen enkapsulan ekstrak serai wangi.

Konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hal ini sesuai dengan penelitian Mayasari et al. (2019) bahwa penambahan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen bumbu herbal instan. Pada kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 diketahui tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap rendemen enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 5,69% sampai 17,37%.

Aktivitas Air (A_w)

Konsentrasi gum arab tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas air (a_w) enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Gum arab mempunyai kemampuan dalam mengikat air, akan tetapi ikatan yang terbentuk lemah sehingga pada proses pemanasan yang cukup lama ikatan hidrogen dapat terpotong dan melepaskan senyawa air dalam bahan. Hal ini juga dipengaruhi oleh kemampuan pengikatan air (*water holding capacity*) gum arab yang rendah dibandingkan dengan jenis hidrokoloid yang lain (Praseptiangga et al. 2016). Konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas air (a_w) enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Pada kombinasi perlakuan, konsentrasi gum arab dan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas air (a_w) enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Aktivitas air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba, persyaratan minimal bagi mikroba dapat hidup untuk bakteri adalah 0,9; khamir 0,80-0,90; dan kapang 0,60-0,70 (Leviana and Paramita 2017).

Persyaratan minimal Aw bagi setiap mikroba, akan berpengaruh terhadap kemampuan mikroba untuk tumbuh pada kondisi Aw makanan. Berdasarkan hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap aktivitas air (a_w) enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 0,44 sampai 0,48 sehingga mikroorganisme tidak memungkinkan untuk tumbuh dan memungkinkan enkapsulan ekstrak serai wangi tersebut memiliki umur simpan yang lebih lama pada kondisi penyimpanan tertutup di suhu ruang (Praseptiangga et al. 2016).

Warna

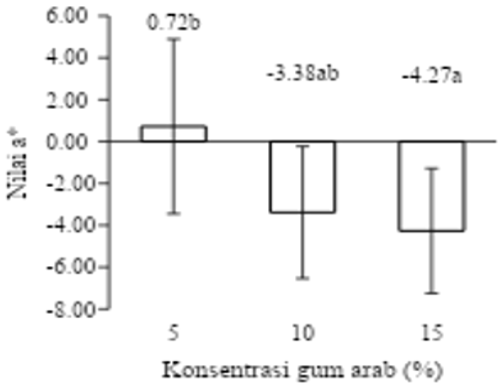
Nilai L*

Konsentrasi gum arab tidak berpengaruh nyata terhadap nilai L* enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Gum arab bersifat netral dan tidak memengaruhi warna pada bahan pangan (Ketaren et al. 2017). Penambahan konsentrasi tween 80 tidak memengaruhi tingkat kecerahan warna pada enkapsulan ekstrak serai wangi. Pada kombinasi perlakuan, konsentrasi gum arab dan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap nilai L* enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap nilai L* enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 31,21 sampai 47,51 yang berarti memiliki warna cenderung gelap.

Nilai a*

Konsentrasi gum arab berpengaruh nyata terhadap nilai a* enkapsulan ekstrak serai wangi (p<0,05). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab terhadap nilai a* enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara -4,17 sampai 0,72. Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa konsentrasi gum arab 5% memiliki nilai a* lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi gum arab 10% dan 15%. Gum arab memiliki warna putih kekuningan. Penggunaan gum arab yang semakin banyak menyebabkan tingkat kemerahan dari enkapsulan ekstrak serai wangi yang dihasilkan berkurang karena pengaruh warna putih dari gum arab (Yuliawaty and Susanto 2015). Konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap nilai a* enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Penambahan konsentrasi tween 80 tidak signifikan untuk memengaruhi tingkat kecerahan warna pada enkapsulan ekstrak serai wangi. Penambahan konsentrasi tween 80 dapat mempertebal lapisan pelindung (*film*) yang terdapat dalam sistem busa sehingga warna pada serbuk tidak memudar atau rusak akibat proses pengeringan (Isabella et al. 2022) Pada kombinasi perlakuan, konsentrasi gum arab dan tween 80

tidak berpengaruh nyata terhadap nilai a* enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap nilai a* enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara -4,82 sampai 1,01 yang berarti memiliki warna hijau karena nilai a* negatif.

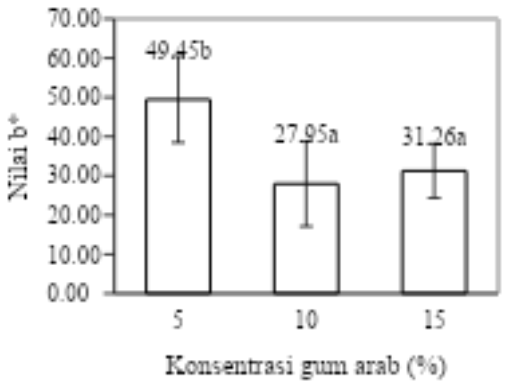


Gambar 4 Pengaruh konsentrasi gum arab terhadap nilai a* enkapsulan ekstrak serai wangi.

Nilai b*

Konsentrasi gum arab berpengaruh nyata terhadap nilai b* enkapsulan ekstrak serai wangi (p<0,05). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab terhadap nilai b* enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 27,95 sampai 49,45. Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa konsentrasi gum arab 5% memiliki nilai b* lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi gum arab 10% dan 15%. Gum arab berwarna putih kekuningan dapat memudarkan warna kuning pada enkapsulan ekstrak serai wangi (Jati et al. 2023). Hal ini sesuai dengan penelitian Indrasti *et al*. (2015) tentang serbuk dari daun suji bahwa nilai b* pada serbuk menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi gum arab.

Perubahan warna atau pencoklatan yang terjadi pada enkapsulan ekstrak serai wangi dapat disebabkan oleh reaksi *Maillard* (Praseptiangga et al. 2016). Reaksi *Maillard* terjadi akibat adanya reaksi antara gugus amino primer atau bebas dari protein dengan aldehid atau keton dari gula pereduksi dan menghasilkan senyawa berwarna cokelat (Suseno et al. 2008; Ridhani et al. 2021). Terjadinya reaksi Maillard dalam enkapsulan ekstrak serai wangi diduga karena adanya protein yang terkandung di dalam gum arab. Gum arab juga mengandung molekul monosakarida yang bersifat sebagai gula pereduksi (Praseptiangga et al. 2016).



Gambar 5 Pengaruh konsentrasi gum arab terhadap nilai b* enkapsulan ekstrak serai wangi.

Konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap nilai b* enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Penambahan konsentrasi tween 80 tidak signifikan untuk memengaruhi tingkat kecerahan warna pada enkapsulan ekstrak serai wangi. Pada kombinasi perlakuan, konsentrasi gum arab dan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap nilai b* enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap nilai b* enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 16,10 sampai 57,32 yang berarti memiliki warna kuning karena nilai b* positif.

Kelarutan

Konsentrasi gum arab berpengaruh tidak nyata terhadap kelarutan enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gum arab 5%, 10%, dan 15% tidak berbeda nyata secara statistik, sehingga dengan konsentrasi gum arab 5% sudah cukup efektif untuk melarutkan enkapsulan ekstrak serai wangi (Tabel 1). Konsentrasi tween 80 berpengaruh tidak nyata terhadap kelarutan enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan konsentrasi tween 80 sangat kecil, yaitu 0,5%. Pada kombinasi perlakuan, konsentrasi gum arab dan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap kelarutan enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 93,77% sampai 94,45%.

Tabel 1 Kelarutan enkapsulan ekstrak serai wangi pada perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80

Kombinasi perlakuan	Kelarutan (%)
G1T1	94,45
G1T2	94,09
G1T3	93,77
G2T1	94,24
G2T2	94,04
G2T3	94,07
G3T1	93,93
G3T2	93,78
G3T3	94,02

Nilai pH

Konsentrasi gum arab tidak berpengaruh nyata terhadap pH enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hal ini diduga karena adanya pH alami dari gum arab. Christiana et al. (2015) menyebutkan pH alami gum arab yaitu 3,9-4,9; tetapi karena konsentrasi gum arab yang ditambahkan kecil, maka tidak berpengaruh nyata. Konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap pH enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya pH alami tween 80. Penggunaan tween 80 memiliki nilai pH 6-8 dan stabil pada pH 1-11 (Siqhny et al. 2020), tetapi karena konsentrasi tween 80 yang ditambahkan kecil maka tidak berpengaruh nyata.

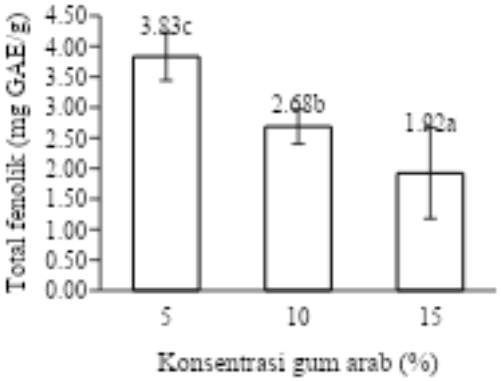
Tabel 2 Nilai pH enkapsulan ekstrak serai wangi pada perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80

Kombinasi perlakuan	Kelarutan (%)
G1T1	5,43
G1T2	5,57
G1T3	5,58
G2T1	5,48
G2T2	5,56
G2T3	5,58
G3T1	5,49
G3T2	5,52
G3T3	5,56

Kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap pH enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap pH enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 5,43% sampai 5,59% (Tabel 2). Nilai pH tersebut tergolong dalam kondisi asam karena nilai pH berada di bawah 7 (netral). pH optimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 6,5-7,5 (Yelti et al. 2014). Jadi, enkapsulan ekstrak serai wangi dapat aman dari gangguan berbagai mikroba karena memiliki pH kurang dari pH optimum untuk pertumbuhan bakteri.

Total Fenolik

Konsentrasi gum arab berpengaruh nyata terhadap total fenolik enkapsulan ekstrak serai wangi (p<0,05). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab terhadap total fenolik enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 1,91 sampai 3,83 GAE/g. Berdasarkan Gambar 6 diketahui bahwa konsentrasi gum arab 5% memiliki total fenolik paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi gum arab 10% dan 15%. Gum arab dapat memerangkap senyawa fenol dalam struktur *spiral helix* yang dimilikinya sehingga dapat melindungi fenol yang merupakan senyawa volatil selama proses pengeringan (Rosida et al. 2021). Semakin tinggi konsentrasi gum arab yang ditambahkan, semakin banyak senyawa fenolik yang diperangkap. Banyaknya senyawa fenolik yang diperangkap oleh gum arab mengakibatkan penurunan senyawa fenolik yang dapat bereaksi dengan reagen *Folin-Ciocalteu* pada saat pengukuran total fenolik. Senyawa fenolik yang terperangkap memiliki waktu pelepasan sangat lambat untuk dapat bereaksi dengan reagen, sehingga senyawa fenolik yang terukur menjadi lebih rendah (Safithri et al. 2020). Hal ini sesuai dengan penelitian Zen et al. (2021) bahwa total fenolik pada enkapsulat ekstrak kulit buah kakao menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi enkapsulan.



Gambar 6 Pengaruh konsentrasi gum arab terhadap total fenolik enkapsulan ekstrak serai wangi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi tween 80 berpengaruh tidak nyata terhadap total fenolik enkapsulan ekstrak serai wangi (p>0,05). Hal ini dapat dikarenakan oleh kemampuan untuk melindungi senyawa fenolik

dari proses oksidasi oleh panas yang terlalu lemah (Mahendra et al. 2023). Pada kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap total fenolik enkapsulan ekstrak serai wangi ($p>0,05$). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap total fenolik enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 1,80 sampai 4,15 mg GAE/g.

Aktivitas Antioksidan

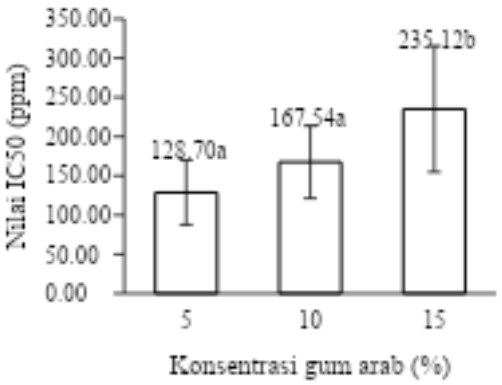
Konsentrasi gum arab berpengaruh nyata terhadap nilai IC_{50} aktivitas antioksidan enkapsulan ekstrak serai wangi ($p<0,05$). Hasil analisis pengaruh konsentrasi gum arab terhadap nilai IC_{50} aktivitas antioksidan enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 118,70 sampai 135,11 ppm. Berdasarkan Gambar 7 diketahui bahwa konsentrasi gum arab 15% memiliki nilai IC_{50} aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan| konsentrasi gum arab 5% dan 10%.

Tabel 3 Tingkat aktivitas antioksidan metode DPPH

No	Nilai IC_{50}	Keterangan
1	IC_{50} < 50 ppm	Sangat kuat
2	50 ppm < IC_{50} <100 ppm	Kuat
3	100 ppm < IC_{50} <150 ppm	Sedang
4	150 ppm < IC_{50} <100 ppm	Lemah
5	IC_{50} > 100 ppm	Sangat lemah

Sumber : (Molyneux 2004; Pujiawati et al. 2023)

Kemampuan lapisan dinding untuk melindungi material inti berkaitan dengan viskositas emulsi sebelum pengeringan. Gum arab memiliki viskositas yang tinggi yaitu mencapai 38,0 cps (Desmawarni 2007). Semakin tinggi viskositasnya maka lapisan dinding yang terbentuk akan lebih lemah melindungi material inti sehingga kemampuan melindungi material inti yang mudah menguap ketika proses pengeringan berlangsung kurang baik (Sugindro et al. 2008). Selain itu, penambahan bahan pengisi dapat menurunkan aktivitas antioksidan. Hal ini dikarenakan penambahan bahan pengisi meningkatkan total padatan dalam produk sehingga antioksidan yang terambil semakin kecil dan aktivitas antioksidan yang terukur akan semakin kecil sedangkan nilai IC_{50} akan semakin besar (Estiasih and Sofia 2009; Estiasih and Sofia 2009).



Gambar 7 Pengaruh konsentrasi gum arab terhadap nilai IC50 aktivitas antioksidan enkapsulan ekstrak serai wangi.

Konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan enkapsulan ekstrak serai wangi ($p>0,05$). Hal ini dapat disebabkan karena kemampuan untuk melindungi senyawa antioksidan dari proses oksidasi oleh panas yang terlalu lemah. Kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan enkapsulan ekstrak serai wangi ($p>0,05$). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap nilai IC_{50} aktivitas antioksidan enkapsulan ekstrak serai wangi berkisar antara 113,41 sampai 151,56 ppm. Semakin rendah nilai IC_{50} maka kandungan total fenolik dan aktivitas antioksidan semakin tinggi. Aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan total fenolik, semakin tinggi kandungan total fenolik dalam suatu bahan maka semakin tinggi pula aktivitasnya sebagai antioksidan (Huang et al. 2005). Hal ini karena aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan total fenolik, karena senyawa fenolik memiliki banyak gugus hidroksil yang mampu mendonorkan atom hidrogen untuk menstabilkan radikal bebas, mencegah kerusakan oksidatif. Semakin tinggi kandungan fenolik dalam bahan, semakin besar kapasitasnya dalam menangkap radikal bebas, sehingga aktivitas antioksidan meningkat.

Aktivitas Antimikroba

Escherichia coli

Konsentrasi gum arab tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Escherichia coli* ($p>0,05$). Rendahnya perbedaan konsentrasi gum arab membuat gum arab tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi

gum arab 5%, 10%, dan 15% tidak berbeda nyata secara statistik, sehingga konsentrasi gum arab 5% sudah cukup efektif untuk memberikan daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri. Pada hasil analisis ragam juga diketahui bahwa konsentrasi tween 80 tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Escherichia coli* (p>0,05). Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan konsentrasi tween 80 yang kecil, yaitu 0,5% sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efektivitas enkapsulan ekstrak serai wangi sebagai antimikroba dengan mikroba uji *Escherichia coli*.

Tabel 4 Klasifikasi zona hambat

Diameter zona hambat	Respon hambat pertumbuhan
> 20mm	Sangat kuat
11 – 20 mm	Kuat
5 – 10 mm	Sedang
< 5 mm	Lemah

Sumber : Zega et al. (2021)

Kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 berpengaruh nyata terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Escherichia coli* (p<0,05). Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Escherichia coli* berkisar antara 0 sampai 5,17 mm. Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 G3T1 (gum arab: 15%, tween 80: 0,5%) memiliki daya hambat lebih tinggi dibandingkan kombinasi lainnya.

Tabel 5 Pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji Escherichia coli

Kombinasi perlakuan	Diameter zona hambat (mm)
G1T1	0^{a}
G1T2	$1,88^{ab}$
G1T3	$4,14^{b}$
G2T1	$3,17^{ab}$
G2T2	$5,13^{b}$
G2T3	$1,69^{ab}$
G3T1	$5,17^{b}$
G3T2	$1,90^{ab}$
G3T3	0^{a}

Aktivitas antimikroba dapat dipengaruhi oleh gum arab karena gum arab memiliki aktivitas antimikroba yang disebabkan adanya gugus –OH yang memiliki efek pada pengikatan sel protein, inaktivasi enzim dan replikasi DNA mikroorganisme (Karaaslan et al. 2021). Beberapa penelitian menunjukkan adanya enzim antimikroba seperti oksidase, peroksidase dan pektinase pada gum arab (Sulistiyani and Prasetya 2022) serta penelitian lain berhipotesis bahwa kandungan garam yang tinggi, khususnya kation divalen yang ditemukan di gum arab dapat mempengaruhi antibakteri (Praseptiangga et al. 2016). Kemudian dengan penambahan tween 80 dapat mengakibatkan pelepasan senyawa antimikroba dari matriks dan berdifusi ke lingkungan sehingga meningkatkan aktivitas antimikroba (Han et al. 2017). Oleh karena itu, dengan kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 maka aktivitas antimikrobanya dapat semakin terlihat jelas yang ditandai oleh zona bening yang terbentuk.

Staphylococcus aureus

Konsentrasi gum arab tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Staphylococcus aureus* (p>0,05). Rendahnya perbedaan konsentrasi gum arab membuat gum arab tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh rentang konsentrasi yang digunakan; fungsinya lebih ke arah perbaikan tekstur, bukan terhadap aktivitas antimikroba. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gum arab 5%, 10%, dan 15% tidak berbeda nyata secara statistik, sehingga dengan konsentrasi gum arab 5% sudah cukup efektif untuk memberikan daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri. Pada kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 juga diketahui tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Staphylococcus aureus* (p>0,05). Hal ini kemungkinan karena fungsi keduanya yang lebih dominan sebagai penstabil. Hasil analisis pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Staphylococcus aureus* berkisar antara 0 sampai 1,70 mm.

Tabel 6 Pengaruh konsentrasi tween 80 terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji Staphylococcus aureus

Konsentrasi tween 80 (%)	Diameter zona hambat (mm)
0,5	0,84[a]
1	1,46[ab]
1,5	1,76[b]

Konsentrasi tween 80 berpengaruh nyata terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Staphylococcus aureus* ($p<0,05$). Hasil analisis pengaruh konsentrasi tween 80 terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi dengan mikroba uji *Staphylococcus aureus* berkisar antara 0,84 sampai 1,76 mm. Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa konsentrasi tween 80 1,5% memiliki daya hambat lebih tinggi dibandingkan konsentrasi tween 80 0,5% dan 1%. Tween 80 merupakan surfaktan non-ionik yang dapat mencegah kontak antara konstituen aktif dan mikroorganisme karena pembentukan misel dan perangkap molekul lipofilik (Chalova et al. 2010). Penambahan tween 80 dapat mengakibatkan pelepasan senyawa antimikroba dari matriks dan berdifusi ke lingkungan sehingga meningkatkan aktivitas antimikroba (Han et al. 2017).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi konsentrasi gum arab dapat meningkatkan nilai rendemen dan aktivitas antioksidan, serta menurunkan nilai kadar air, nilai a*, nilai b* dan total fenolik enkapsulan ekstrak serai wangi. Konsentrasi gum arab 5% dan 10% menghasilkan aktivitas antioksidan enkapsulan ekstrak serai wangi yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi gum arab 15%. Semakin tinggi konsentrasi tween 80 dapat meningkatkan nilai aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi pada mikroba uji *Staphylococcus aureus*. Konsentrasi tween 80 1,5% menghasilkan aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi pada mikroba uji *Staphylococcus aureus* yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi tween 80 0,5% dan 1%. Kombinasi perlakuan konsentrasi gum arab dan tween 80 berpengaruh nyata terhadap aktivitas antimikroba enkapsulan ekstrak serai wangi pada mikroba uji *Escherichia coli* dengan daya hambat dari lemah sampai sedang. Konsentrasi gum arab 10% dan tween 80 1% direkomendasikan untuk pembuatan enkapsulan ekstrak serai wangi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan kepada Skim Riset Institusi UNSOED yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agustin, D. A., and A. A. Wibowo. 2021. Teknologi enkapsulasi : Teknik dan aplikasinya. Distilat 7:202–209.

Alhanannasir, A. D. Murtado, M. Muchsiri, F. Rudi, and S. Agustini. 2021. Aplikasi labu kuning sebagai substitusi zat warna kuning pada pembuatan kemplang. Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol. 32:19–26.

Aliyah, Q., and M. N. Handayani. 2019. Penggunaan gum arab sebagai bulking agent pada pembuatan minuman serbuk instan labu kuning dengan menggunakan metode foam mat drying. Edufortech 4.

Ambari, Y., A. Amarullah, K. I. Wahyuni, and R. Anshari. 2020. Pengolahan minuman herbal kombinasi jahe dan sereh wangi peningkat imunitas tubuh sebagai upaya pencegahan Covid-19 di Desa Manting Kecamatan Jatirejo Kabupaten Mojokerto. Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Masyarakat (KOPEMAS). Malang.

Aminah, S., and W. Hersoelistyorini. 2021. Review Artikel : Enkapsulasi meningkatkan kualitas komponen bioaktif minuman instan. Prosiding Seminar Nasional UNIMUS 4:1869–1882.

Aryanti, N., A. Nafiunisa, and F. M. Willis. 2016. Ekstraksi dan karakterisasi klorofil dari daun suji (*Pleomele angustifolia*) sebagai pewarna pangan alami. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 5:129–135.

Ayu, Y., T. Wahyuni, G. Ayu, K. Diah, and I. N. K. Putra. 2021. Pengaruh jenis pelarut pada metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) terhadap karakteristik ekstrak daun singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 10:566–578.

Belitz, H. D., W. Grosch, and P. Schieberle. 2009. Springer Food Chemistry 4th Revised and Extended Edition. Annual Review Biochemistry 79:655–681.

Chalova, V. I., G. Crandall, and S. C. Ricke. 2010. Microbial inhibitory and radical scavenging activities of cold-pressed Terpeneless

valencia orange (*Citrus sinensis*) oil in different dispersing agents. Journal of the Science of Food Agriculture 90:870–876.

Christiana, M. A., L. E. Radiati, and Purwadi. 2015. Pengaruh gum arab pada minuman madu sari apel ditinjau dari mutu organoleptik, warna, pH, viskositas, dan kekeruhan. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak 10:46–53.

Desmawarni. 2007. Pengaruh komposisi bahan penyalut dan kondisi spray drying terhadap karakteristik mikroenkapsulasi oleoresin jahe. Institut Pertanian Bogor.

Estiasih, T., and E. Sofia. 2009. Stabilitas Antioksidan dan bubuk keluwak (*Pangium edule* Reinw.) selama pengeringan dan pemasakan. Teknologi Pertanian 10:115–122.

Fajrin, R., Y. Rosalina, D. Silsia, and Syafnil. 2025. Enkapsulasi antioksidan ekstrak kelopak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) menggunakan maltodekstrin sebagai matriks.. Jurnal Pertanian 16:14–30.

Gardjito, M., A. Murdiati, and N. Aini. 2006. Mikroenkapsulasi β-karoten buah labu kuning dengan enkapsulan whey dan karbohidrat. Jurnal Teknologi Pertanian 2:13–18.

Gharekhani, M., M. Ghorbani, and N. Rasoulnejad. 2012. Microwave-Assisted Extraction of phenolic and flavonoid compounds from *Eucalyptus camaldulensis* Dehn leaves as compared with Ultrasound-Assisted Extraction. Latin American Applied Research 42:305–310.

Ginting, K. T. B., N. M. Wartini, and L. P. Wrasiati. 2022. Karakteristik enkapsulat ekstrak aseton daun singkong (*Manihot esculenta* C.) pada perlakuan jenis dan konsentrasi enkapsulan. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri 10:152–160.

Han, Y., M. Yu, and L. Wang. 2017. Physical and antimicrobial properties of sodium alginate/carboxymethyl cellulose films incorporated with cinnamon essential oil. Food Packaging and Shelf Life 15:35–42.

Hendrik G, W., Erwin, and A. S. Panggabean. 2013. Pemanfaatan tumbuhan serai wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) sebagai antioksidan alami. Jurnal Kimia Mulawarman 10.

Hermawati, E., A. T. T, P. Panca, and B. Chandra. 2023. Aktivitas antibakteri minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon citratus*) terhadap bakteri *Escherichia Propionibacterium acne* , *Staphylococcus aureus*. Jurnal Farmasi 12:11–16.

Horwitz, W. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International 18th edition. AOAC International, Maryland.

Huang, D., B. Ou, and R. L. Prior. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of agricultural and food chemistry 53:1841−1856.

Indrasti, D., N. Andarwulan, E. H. Purnomo, and R. Paramitha. 2015. Karakteristik serbuk pewarna alami dari daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E. Brown). Seminar Nasional & Pameran Produk Pangan. Pages 380–390

Isabella, D. P., G. A. K. D. Puspawati, and A. A. I. S. Wiadnyani. 2022. Pengaruh konsentrasi tween 80 terhadap karakteristik serbuk pewarna daun singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) pada metode *Foam Mat Drying*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 11:112–122.

Iswari, K. 2007. Kajian pengolahan bubuk instant wortel dengan *Metode Foam Mat Drying*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian 3:38–41.

Jati, I. R. A. P., N. Hadisaputra, E. Setijawaty, and R. M. Yoshari. 2023. Aplikasi enkapsulan hydroxy propyl methyl cellulose dan gum arab pada pembuatan bubuk semangka. Agrointek 17:896–907.

Karaaslan, M., F. Şengün, Ü. Cansu, B. Başyiğit, H. Sağlam, and A. Karaaslan. 2021. Gum arabic/maltodextrin microencapsulation confers peroxidation stability and antimicrobial ability to pepper seed oil. Food Chemistry 337:1–9.

Ketaren, E. P., S. Ginting, and E. Julianti. 2017. Pengaruh perbandingan gum arab dengan pektin sebagai penstabil terhadap mutu selai wortel nenas. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian 5:136–139.

Khasanah, H. R., and D. E. Nugraheni. 2021. Uji aktivitas antimikroba ekstrak etanol biji kebiul (*Caesalpinia bondus* L. Roxb) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. AVICENNA 16:8–15.

Komariah, K., R. Anggraeni, F. R. Annisa, and F. Febry. 2025. Daya hambat ekstrak daun serai dapur yang terenkapsulasi dengan kitosan terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes*. Berkala Ilmiah Kimia Farmasi 12:8–13.

Leviana, W., and V. Paramita. 2017. Pengaruh suhu terhadap kadar air dan aktivitas air dalam bahan pada kunyit (*Curcuma longa*) dengan alat pengering electrical oven. METANA 13:37–44.

Mahendra, S. M. A., G. A. K. D. Puspawati, and P. T. Ina. 2023. Pengaruh penambahan maltodekstrin dan tween 80 terhadap karakteristik bubuk minuman instan daun jeruju (*Acanthus Ilicifolius* L.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 12:634–651.

Mangalisu, A., and A. Permatasari. 2020. Ketengikan daging ayam kampung unggul sinjai (akusi) yang dimarinasi menggunakan bubuk kulit nanas dengan waktu yang berbeda. Jurnal Ilmu Peternakan Terapan 4:1–6.

Mayasari, E., and J. Manalu. 2019. Karakteristik sensoris dan kimia bumbu instan dari formulasi bumbu herbal menggunakan maltodekstrin dan tween 80 pada proses pengeringan. Jurnal Ilmiah Teknosains 5:35–40.

Mayasari, E., T. Rahayuni, and J. Manalu. 2019. Pengaruh formulasi maltodekstrin dan tween 80 pada karakteristik fisikokimia bumbu herbal instan. Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan) 5:479–485.

Mayasari, U., and A. Sapitri. 2019. Uji aktivitas antibakteri daun sereh wangi (*Cymbopogon nardus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. KLOROFIL 3:15–19.

Molyneux, P. 2004. the use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology 26:211–219.

Praseptiangga, D., T. P. Aviany, and N. H. R. Parnanto. 2016. Pengaruh penambahan gum arab terhadap karakteristik fisikokimia dan sensoris fruit leather nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Jurnal Teknologi Hasil Pertania IX:71–83.

Pujiawati, Y., L. Khotijah, and I. K. G. Wiryawan. 2023. Screening of antioxidant activities and their bioavailability of tropical plants. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1182.

Purbowati, I. S. M., G. Wijonarko, R. Wicaksono, V. Prihananto, A. Maksum, S. Salsabila, and L. Alfiani. 2021. Pengaruh metode dan variasi waktu ekstraksi terhadap total fenol ekstrak daun sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L). Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers. Purwokerto.

Rachmatillah, A., D. Hasni, and Y. Aisyah. 2021. Uji aktivitas antioksidan minyak sereh wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle), minyak nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) dan minyak pala (*Myristica fragrans* Houtt.). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian 6:442–446.

Ridhani, M. A., I. P. Vidyaningrum, N. N. Akmala, S. Azzahro, and N. Aini. 2021. Potensi penambahan berbagai jenis gula terhadap sifat sensori dan fisikokimia roti manis : Review. Pasundan Food Technology Journal 8:61–68.

Rosida, D. F., D. L. Sofiyah, and A. Y. T. Putra. 2021. Aktivitas antioksidan minuman serbuk kombucha dari daun ashitaba (*Angelica keiskei*), kersen (*Muntingia calabura*), dan kelor (*Moringa oleifera*). Jurnal Teknologi Pangan 15:81–97.

Safithri, M., S. Indariani, and D. Septiyani. 2020. Aktivitas antioksidan dan total fenolik minuman fungsional nanoenkapsulasi berbasis ekstrak sirih merah. Indonesian Journal of Human Nutrition 7:69–83.

Sari, B. L., Triastinurmiatiningsih, and T. S. Haryani. 2020. Optimasi Metode Microwave-Assisted Extraction (MAE) untuk menentukan kadar flavonoid total alga coklat *Padina australis*. ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia 16:37–48.

Savana, A. G., D. R. Febriyanti, N. W. Azizah, F. Fitriansyah, N. Sofiyah, and Faisal. 2024. Uji potensi senyawa antimikroba pada tanaman secara difusi sumuran dan difusi paper disk. Era Sains : Journal of Science, Engineering and Information Systems Research 2:15–21.

Siahaan, R., I. Suhaidi, and R. J. Nainggolan. 2018. Pengaruh perbandingan tepung jantung pisang, tepung kacang hijau, dengan tepung terigu dan penambahan gum arab terhadap mutu cookies jantung pisang. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian 6:763–773.

Siqhny, Z. D., M. N. Azkia, and B. Kunarto. 2020. Karakteristik nanoemulsi ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa* Blume). Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian 15:1–10.

Solomon, B., F. F. Sahle, T. Gebre-mariam, K. Asres, and R. H. H. Neubert. 2012. Microencapsulation of citronella oil for mosquito-repellent application : Formulation and in vitro permeation studies. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 80:61–66.

Sugindro, E. Mardliyati, and J. Djajadisastra. 2008. Pembuatan dan mikroenkapsulasi ekstrak etanol biji jinten hitam (*Nigella sativa* Linn.). Majalah Ilmu Kefarmasian 5:57–66.

Sulistiyani, I. F., and A. T. Prasetya. 2022. Antibacterial activity of cajuputi oil (*Melaleuca leucadendron*) microcapsules against *Staphylococcus aureus* bacteria applied to cotton fabric fibers. Indonesian Journal of Chemical Science 11.

Susanti, Y. I., and W. D. R. Putri. 2014. Pembuatan minuman serbuk markisa merah (*Passiflora edulis* f. edulis Sims) (Kajian konsentrasi tween 80 dan suhu pengeringan). Jurnal Pangan dan Argoindustri 2:170–179.

Suseno, T. I. P., N. Fibria, and N. Kusumawati. 2008. Pengaruh penggantian sirup glukosa dengan sirup sorbitol dan penggantian butter dengan salatrim terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kembang gula karamel. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi 7:1–18.

Susianti, U. Amalia, and L. Rianingsih. 2020. Penambahan gum arab dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kandungan senyawa volatil bubuk rusip ikan teri (*Stolephorus* sp.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan 2.

Tansil, A. Y. M., E. Nangoy, J. Posangi, and R. A. Bara. 2016. Uji daya hambat ekstrak etanol daun srikaya (annona squamosa) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Jurnal e-Biomedik (eBm) 4:37–46.

Torio, M. A. O., J. Saez, and F. E. Merca. 2006. Physicochemical characterization of galaktomannan from sugar palm (*Arenga saccharifera* Labill.) endosperm at different stages of nut naturity. Philippine Journal of Science 135:19–30.

Winarno, F. G. 2007. Teknobiologi Pangan. M-Brio Press, Bogor.

Yelti, S. N., D. Zul, and B. L. Fibriarti. 2014. Formulasi biofertilizer cair menggunakan bakteri pelarut fosfat indigenus asal tanah gambut Riau. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 1:651–662.

Yuliawaty, S. T., and W. H. Susanto. 2015. Pengaruh lama pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik fisik kimia dan organoleptik minuman instan daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L). Jurnal Pangan dan Agroindustri 3:41–51.

Zega, T. S., P. M. Pakpahan, R. Siregar, G. Sitompul, and S. Silaban. 2021. Antibacterial activity test of simargaolgaol (Aglaonema modestum Schott ex Engl) leaves extract against *Escherichia coli* and *Salmonella typ*hi bacteria. Jurnal Pendidikan Kimia 13:151–158.

Zen, M. B., G. P. G. Putra, and L. Suhendra. 2021. Karakteristik enkapsulat ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) pada perlakuan variasi jenis dan konsentrasi bahan penyalut. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri 9:356–370. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.12.020.

Simangunsong, J., Tarigan, E.,, and Nurhayati, T. 2016. Optimasi produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menggunakan metode hidrolisis asam dan fermentasi terpisah (SHF). *Jurnal Teknik Kimia USU* 5(3):35–41.

Subaryono. 2010. Modifikasi alginat dan pemanfaatan produknya. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology* 5(1):1–7.

Tse, T. J., Wiens, D. J.,, and Reaney, M. J. T. 2021. Production of Bioethanol — A Review of Factors Affecting Ethanol Yield. *Fermentation* 7(268):1–18. https://doi.org/10.3390/fermentation7040268.

Webb, C. 1989. The role of cell immobilization in fermentation technology. Aust J Biotechnol. National library of medicine. *National Library of Medicine* 3(1):50–55.

Widyanti, E. M.,, and Moehadi, B. I. 2016. Proses pembuatan etanol dari gula menggunakan Saccharomyces cerevisiae amobil. *METANA* 12(2):31–38.

Zhao, X., Zhang, L.,, and Liu, D. 2021. Biomass recalcitrance: engineering lignocellulosic feedstock for efficient biofuel production. *Biotechnology Advances* 53:107–127. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107127.