

Optimasi Proses Pemisahan Minyak Jintan Hitam Dengan Kualifikasi *Food Grade* Menggunakan Metode *Hydrodistillation* Melalui Variasi *Treatment* Pra-Ekstraksi

Elisabeth Ratnani Wahyu Hapsari*, Achmad Ferdiansyah Pradana Putra, Achmad Haris Sofani
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Departemen Teknik Kimia Industri, Program Studi Teknologi
Rekayasa Kimia Industri
Surabaya, Indonesia

*alamat email korespondensi : elisacreative88@gmail.com

Abstrak

Jintan hitam memberikan manfaat yang baik bagi tubuh sebagai peningkat imunitas, namun sayang teknologi pengestrakan jintan hitam masih belum memenuhi standart Food and Drug Administration (FDA) yang menganjurkan penggunaan pelarut air sewaktu proses ekstraksi agar aman dikonsumsi. Adapun teknologi yang sudah berkembang yaitu metode ekstraksi hidrodistilasi menggunakan pelarut air hanya mampu menghasilkan yield 7,52% (w/w), sehingga memerlukan treatment tambahan agar dihasilkan yield yang lebih maksimal. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah variasi treatment pra-ekstraksi meliputi : Maceration (M), Maceration Microwave (MW), Maceration Ultrasonic (MU), dan Maceration Ultrasonic Microwave (MWU) dengan metode ekstraksi hydrodistillation. Variabel waktu pra-ekstraksi divariasikan dari 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit, sedangkan proses ekstraksi berlangsung selama 9 jam. Hasil penelitian menunjukkan variasi pra-ekstraksi MWU memberikan pemecahan dinding sel jintan hitam yang sempurna, sehingga dihasilkan yield sebesar 20,61% (w/w), dengan 11 komponen bahan aktif. Perlakuan yang dilakukan dengan metode pra ekstraksi MWU juga mampu menghemat konsumsi energi sebesar 81,53% jika dibandingkan dengan metode maserasi saja. Dengan demikian metode pra-ekstraksi MWU terbukti mampu memberikan optimasi proses pemisahan minyak jintan hitam..

Kata kunci: Pra Ekstraksi, Maserasi, Microwave, Ultrasonic

I. PENDAHULUAN

Angka kasus positif COVID-19 yang terus meningkat, mengakibatkan penjualan suplemen untuk menjaga sistem imun tubuh meningkat hingga 50%. Tercatat nilai total penjualan pada tahun 2019 sebesar US\$1,7 miliar, naik menjadi US\$2,2 miliar pada tahun 2020 (Kartinah, 2021). Suplemen biasanya
DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v7i2.14686>

mengandung senyawa turunan alkohol dan senyawa turunan terpena, yang dimanfaatkan sebagai antioksidan untuk melawan berbagai macam penyakit. Menurut Hadi dkk (2015), jintan hitam mengandung 28 komponen bahan aktif termasuk gugus turunan alkohol dan terpena yang potensial sebagai antioksidan. Oleh karena itu jintan hitam banyak diekstrak

untuk dijadikan suplemen peningkat imunitas (Darakhshan dkk, 2015).

Screw press banyak digunakan untuk ekstraksi jintan hitam karena metode ini dinilai aman dibandingkan metode lainnya, karena step proses ekstraksi yang mudah tanpa pelarut kimia. Sayangnya, yield minyak yang dihasilkan masih sedikit, karena proses ekstraksi yang tidak merata. Mazaheri dkk (2019), melakukan penelitian ekstraksi jintan hitam menggunakan screw press. Yield tertinggi yang dihasilkan adalah 21,9% (w/w), padahal oil content yang terkandung adalah 41,8% (w/w), artinya ada 47,6% (w/w) oil content yang belum terekstraksi. Berdasarkan permasalahan pada penelitian sebelumnya, maka Alrashidi dkk (2020) melakukan proses ekstraksi jintan hitam menggunakan metode ekstraksi soxhlet dengan variasi pelarut hexane, tetrahydrofuran, ethanol, dychloromethane, methanol, mix methanol-water selama 6 jam. Yield tertinggi dihasilkan oleh pelarut ethanol sebesar 40,16% (w/w). Meskipun yield yang dihasilkan tinggi, namun proses ekstraksi yang dilakukan tidak memenuhi U.S. Food & Drug Administration (FDA) standard untuk produk minyak yang aman dikonsumsi, karena menggunakan pelarut organik berupa ethanol. FDA (2019) menyatakan bahwa minyak yang aman di konsumsi harus berlabel Generally Recognized as Safe (GRAS) tanpa tambahan

zat aditif dan bebas zat kimia berbahaya (chemical free). Pelarut air direkomendasikan oleh FDA dengan label GRAS karena bebas dari bahan kimia adiktif dan juga aman bagi konsumsi internal tubuh. Sayangnya, metode ekstraksi dengan soxhlet tidak bisa menggunakan pelarut air karena proses soxhletasi dibawah condenser perlu berada pada temperatur kurang dari 100°C untuk pergerakan uap pelarut yang efektif. Oleh karena itu dikembangkan metode hydrodistillation yang dapat melakukan proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut air. Bayati dkk (2020), mengembangkan penelitian ekstraksi jintan hitam yang aman dengan hydrodistillation menggunakan pelarut air destilasi, agar bebas dari zat kimia dan aman dikonsumsi. Proses ekstraksi dilakukan selama 9 jam. Namun, yield yang dihasilkan pada metode ini sangat rendah yaitu 7,52% (w/w). Padahal ekstraksi yang digunakan sudah sesuai dengan standart food grade. Oleh karena itu diperlukan proses tambahan untuk memaksimalkan yield.

Peneliti terdahulu, telah melakukan penelitian treatment pra-ekstraksi pada bahan alam, selain jintan hitam, yang bertujuan untuk mengoptimalkan yield hasil ekstraksi. Durdevic dkk (2017), melakukan penelitian mengenai pengaruh metode pra-ekstraksi dengan Microwave pada ekstraksi buah delima. Hasil terbaik didapatkan pada pra-

ekstraksi Microwave dengan yield paling tinggi 36,34% (w/w) dalam waktu ekstraksi 8 jam. Pada tahun berikutnya Zhong dkk (2018), melakukan penelitian mengenai ekstraksi biji kelor dengan variasi pra-ekstraksi berupa Microwave, ultrasonic, dan satu variabel kontrol tanpa proses pra-ekstraksi. Yield tertinggi yang dihasilkan 39,16% (w/w) pada variabel tanpa proses pra-ekstraksi dalam waktu 8 jam. Kemudian Taofiq dkk (2019), mengembangkan metode pra-ekstraksi yang lebih beragam yaitu Microwave, ultrasonik, dan maseration untuk proses ekstraksi jamur blazei. Hasil yield tertinggi adalah 82,76% (w/w) dengan menggunakan pra-ekstraksi Microwave dalam waktu ekstraksi yang lebih singkat yaitu 50 menit. Dari penelitian diatas, terbukti bahwa proses treatment pra ekstraksi mampu meningkatkan nilai yield.

Berdasarkan permasalahan rendahnya yield pada proses ekstraksi jintan hitam yang sesuai dengan standart food grade dan adanya potensi peningkatan yield melalui treatment pra-ekstraksi, maka pada penelitian ini akan dilakukan inovasi ekstraksi jintan hitam menggunakan hydrodistillation dengan penambahan metode pra-ekstraksi yang akan dikembangkan melalui gabungan dua sampai tiga metode untuk mendapatkan nilai yield jintan hitam yang lebih optimum.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Essensial Jintan Hitam

Minyak essensial jintan hitam diketahui kaya akan kandungan zat *phenolic* dan *phytochemical*. Zat *phytochemical* ini berperan penting bagi kesehatan dan pemenuhan nutrisi tubuh manusia (Mazaheri dkk, 2019).

B. Hydrodistillation

Hydrodistillation adalah jenis metode ekstraksi dimana uap diinjeksikan secara langsung kedalam sampel sehingga campuran kental mengalir dari condenser, dimana minyak dan senyawa bioaktif dipisahkan secara otomatis dari air (Azmi dkk, 2013).

C. Maserasi

Prinsip metode ini adalah sampel direndam dalam pelarut, dan diberikan proses pengadukan pada suhu ruangan. Keuntungan proses ini adalah alat yang digunakan sederhana dan kondisi operasi pada suhu ruangan (Zhang dkk, 2018).

D. Microwave

Panas radiasi yang diperoleh dari *Microwave* mampu memecah membran sel dan akibatnya terbentuknya pori-pori yang memudahkan untuk proses ekstraksi (Mazaheri dkk, 2019). Pemanas *Microwave* juga membutuhkan waktu yang lebih sedikit, dan membuat kandungan nutrisi bahan meningkat. Gelombang mikro yang dihasilkan oleh *Microwave* menembus material, dan energi elektromagnetik diubah menjadi energi panas

pada seluruh bagian material atau bahan, sehingga proses pemanasan berlangsung lebih cepat (Juhaimi dkk, 2018).

E. Ultrasonik

Peran gelombang ultrasonik dalam ekstraksi merusak membran sel, sehingga memudahkan proses ekstraksi. Keuntungan menggunakan metode ultrasonik adalah meningkatkan kecepatan ekstraksi, waktu proses ekstraksi yang lebih cepat, konsumsi energi yang sedikit, dan efisiensi yang tinggi (Moghimi dkk, 2018).

F. Rotary Vacum Evaporator (RVE)

Rotary vacum evaporator digunakan untuk menguapkan air dalam produk hasil ekstraksi sehingga memiliki kekentalan tertentu. Untuk menghemat energi dalam evaporator maka tekanan dibuat vakum agar titik didih pelarut akan menjadi lebih rendah dengan harapan kandungan dalam produk ekstraksi tidak banyak berubah dari aslinya (Siswanto dkk, 2018).

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

Penelitian menggunakan jintan hitam (*Nigella Sativa L*) yang didapatkan dari Pasar Pucang Anom Surabaya sebanyak 100 gram per variabel dan pelarut *aquadest* (1L per variabel). Alat yang digunakan adalah *beaker glass* (Pyrex), *stirrer bar* (Thomas Scientific), *ultrasonic* (Woodpecker USD-J), *Microwave*

(*Ferrite Microwave Technologies*), seperangkat alat *hydrodistillation* (Pyrex) dan *Rotary Vacum Evaporator* (RVE) (IKA Germany).

B. Treatment Pra Ekstraksi

Tahap pra-ekstraksi dibagi menjadi empat tipe bagian: *Maceration* (M), *Maceration Microwave* (MW), *Maceration Ultrasound* (MU) and *Maceration Ultrasound Microwave* (MWU). Masing-masing metode pra-ekstraksi akan diberikan variasi waktu percobaan yaitu 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit.

C. Tahap Hydrodistillation dan Pemisahan Pelarut

Proses ekstraksi menggunakan *hydrodistillation* selama 9 jam pada suhu pemanas heater 100°C yang sesuai dengan referensi dari Bayati dkk (2020), namun rangkaian dimodifikasi seperti pada Gambar 1. Pemisahan pelarut dilakukan dengan menggunakan alat RVE dengan mengatur suhu 72oC pada kondisi operasi pemanas dan kecepatan putar sebesar 20 rpm.

D. Tahap Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi analisis karakterisasi, perhitungan yield, dan densitas yang dilakukan menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$\text{yield (\% (w/w))} = \frac{\text{massa minyak (gr)}}{\text{massa minyak umpan total (gr)}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{massa jenis } (\rho) = \frac{\text{Massa (m)}}{\text{Volume (v)}} \times 100\% \quad (2)$$

Selanjutnya ada analisa Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS), Scanning Electron Microscope (SEM), dan analisis perhitungan efisiensi konsumsi energi, dengan menggunakan persamaan (3) dan (4).

$$\text{Energi (kWh/gr)} = \text{Daya (kWh)} \times \text{Waktu (hour)} \quad (3)$$

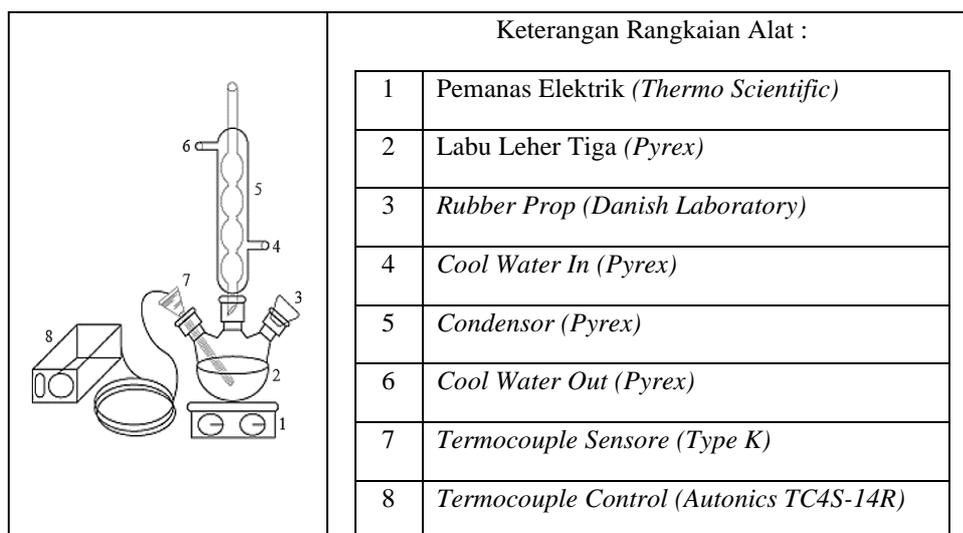
$$\text{Biaya (Rp kWh/gr)} = \text{Energi} \times \text{biaya listrik per kWh} \quad (4)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Pengaruh Variasi Metode Treatment Pra-Ekstraksi Terhadap Karakterisasi Minyak Jintan Hitam

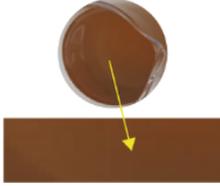
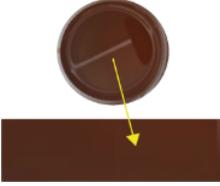
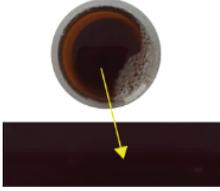
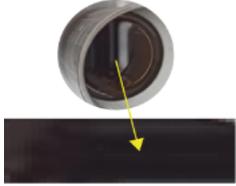
Hasil analisis karakterisasi meliputi warna dan densitas minyak jintan hitam hasil ekstraksi selama 9 jam dengan variasi metode pra-ekstraksi M, MU, MW, MWU dengan tingkat saturasi warna kuning sampai cokelat

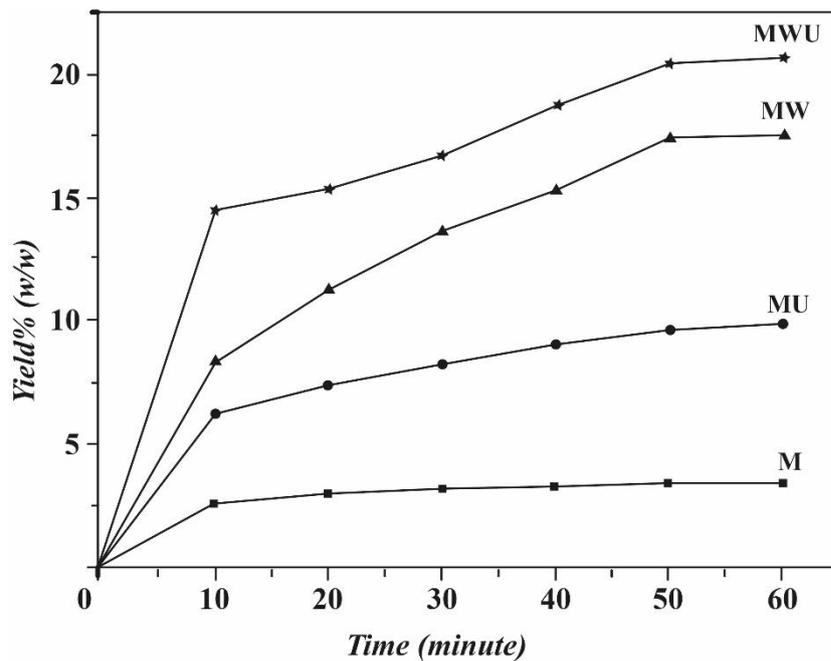
dan nilai densitas 1,497 gr/ml sampai dengan 1,527 gr/ml ditunjukkan pada **Tabel 1**. Metode MWU memberikan saturasi warna terpekat yaitu coklat pekat kehitaman dan nilai densitas tertinggi yaitu 1,527 gr/ml. Hal ini membuktikan bahwa metode MWU efektif untuk memecah gugus aromatik, *terpene* dan alkohol menjadi derivat senyawa turunan dibandingkan dengan ketiga metode lainnya (M, MU, MW) karena kaya akan bahan aktif dengan berat molekul yang besar sehingga *yield* akan semakin banyak. Pengaruh kenaikan densitas juga memberikan kecenderungan peningkatan kelarutan minyak jintan hitam terhadap berat jenis minyak, sehingga semakin tinggi nilai berat jenis minyak maka minyak yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik (Guenther, 1987).



Gambar 1. Metode *Hydrodistillation*

Tabel 1. Karakterisasi Minyak Jintan Hitam

Parameter	Metode			
	M	MU	MW	MWU
Warna	kuning muda kecoklatan 	kuning tua kecoklatan 	krem kecoklatan 	coklat pekat kehitaman 
Densitas (gr/ml)	1,497	1,501	1,511	1,527



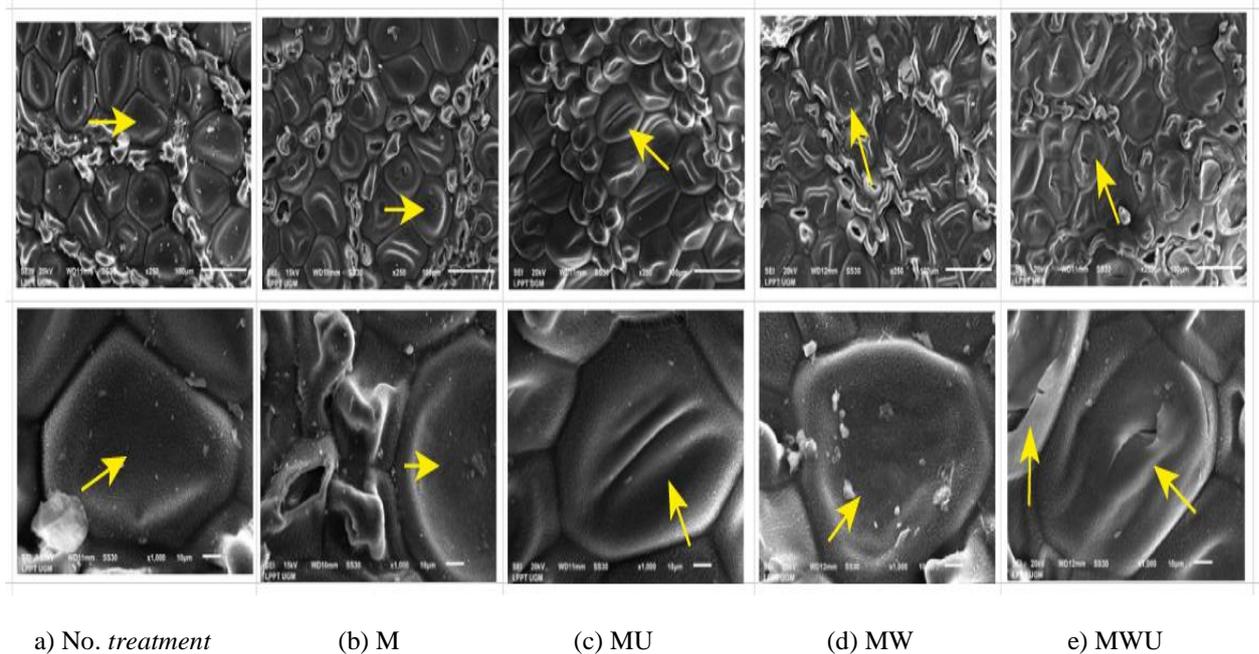
Gambar 2. Yield Hasil Ekstraksi

B. Analisa Pengaruh Variasi Metode Treatment Pra-Ekstraksi Terhadap Yield dan Morfologi Jintan Hitam

Yield adalah parameter perbandingan minyak yang dihasilkan dengan bahan baku kering. **Gambar 2** menunjukkan bahwa metode MWU menghasilkan *yield* tertinggi

14,5% sampai 20,61%. Hal ini terjadi karena efek maserasi melemahkan struktur sel untuk mengurangi tekanan selama proses ekstraksi, sehingga difusi air melambat (Guzman dkk, 2020). Penambahan radiasi gelombang mikro dari *Microwave* membantu menekan proses ekstraksi dan jumlah minyak esensial yang terkandung didalam jintan hitam. Sehingga menyebabkan perpecahan pada membran sel, serta membentuk pori-pori yang memudahkan adanya minyak keluar (Juhaimi dkk, 2018). Proses penghancuran dinding sel ini ditambah dengan gelombang *ultrasonic* yang menimbulkan intensitas ekstraksi dengan tekanan turgid melalui pelarut dan efek

kavitasi yang dihasilkan, hal ini menambah perpecahan ganda membran sel pada sel epidermis melintang besar dan kecil, serta memberikan peningkatan struktur porositas. Akibatnya transfer massa mengalami peningkatan sehingga dinding sel hancur dengan sempurna dan *yield* yang dihasilkan lebih banyak (Bakhsabadi dkk, 2017). Morfologi dinding sel jintan hitam akibat metode pra ekstraksi MWU disajikan pada **Gambar 3(e)**. Pada perhitungan diameter pecahan permukaan sel yang telah dilakukan secara kuantitatif didapatkan bahwa metode pra ekstraksi MWU mampu memecah sel dari 3,7 η m sampai dengan 8,2 η m.



Gambar 3. Perbandingan Morfologi Jintan Hitam Pra-Ekstraksi

Metode pra ekstraksi M meningkatkan kontak pelarut (kebutuhan pelarut banyak) dengan bahan sehingga melemahkan struktur dinding sel dan membantu melarutkan bahan aktif sel hal ini terjadi karena tekanan konsentrasi pelarut yang tinggi untuk bisa keluar dari dalam sel (Guzman dkk, 2020). Morfologi dinding sel jintan hitam dengan pra ekstraksi M dapat dilihat pada **Gambar 3(b)** dimana pra ekstraksi M mampu memberikan pelunakan kekuatan membran semipermeabel untuk meloloskan pelarut yang lebih besar sehingga komponen dalam sel jintan hitam dapat terekstraksi meskipun difusi air melambat sehingga *yield* yang dihasilkan sedikit yaitu 2,57% sampai 3,34%.

Pra ekstraksi MU menghasilkan *yield* sebanyak 6,28% sampai 9,93%. Pengaruh pemberian perlakuan pra ekstraksi menggunakan *ultrasonic* yang lebih lama dapat meningkatkan adanya proses kavitasi. Morfologi jintan hitam setelah dilakukan pra ekstraksi gabungan maserasi ultrasonik (MU) disajikan pada **Gambar 3(c)**. Efek radiasi berupa gelembung kavitasi ini meledak atau meletup dipermukaan padatan, sehingga membran sel mengalami peningkatan porositas karena adanya transfer massa akibat perubahan mekanis dan efek termal. Struktur berpori dan longgar yang terjadi pada badan sel epidermis melintang besar membuat adanya peningkatan interaksi luas permukaan

antara jintan hitam dengan gelembung mikro kavitasi, sehingga permukaan dinding sel menjadi lebih besar akibat gaya geser permukaan. Pada kondisi radiasi dengan waktu yang lama efek kavitasi akan menyebabkan efisiensi proses ekstraksi berkurang sehingga terjadi erosi dan kerusakan pada partikel sehingga dihasilkan *yield* yang relatif sedikit (Zhang dkk, 2019).

Pra ekstraksi MW menghasilkan *yield* yang besar yaitu 8,34% sampai 17,53%. Pra ekstraksi MW memberikan efek kelembapan saat proses perendaman, semakin tinggi kelembapan maka kandungan bahan aktif dalam jintan hitam akan meningkatkan efisiensi proses ekstraksi sehingga terjadi proses penghancuran jaringan sel melalui panas yang diciptakan dari pergerakan molekul polar air dalam jaringan. Efek radiasi gelombang mikro menyebabkan timbulnya pori-pori pada morfologi jintan hitam sehingga memberi akses yang mudah pada minyak untuk melakukan pergerakan keluar melalui dinding sel semipermeabel (Mazaheri dkk, 2019). Morfologi dinding sel pra ekstraksi MW dapat dilihat pada **Gambar 3(d)** perubahan struktur ini dipengaruhi oleh proses perpindahan panas secara konveksi, konduksi dan radiasi pada proses sehingga terjadi tekanan termal dari luar menuju kedalam sampel, menekan zat yang ada didalam jintan hitam keluar, dan

mengekspansi lebih cepat, akibatnya epidermis tidak mampu lagi menahan gaya *turgid*, kemudian terjadi transfer massa cepat dan menghasilkan cekungan yang sangat dalam pada struktur dinding sel. Oleh karena itu dihasilkan *yield* yang melimpah (Bakhsabadi dkk, 2017).

C. Analisa Pengaruh Variasi Metode *Treatment* Pra-Ekstraksi Terhadap Kandungan Komponen Aktif

Pemeriksaan kandungan komponen bahan aktif dilakukan menggunakan GC-MS. Pada penelitian ini digunakan pelarut air yang bersifat polar sehingga efektif untuk mengekstraksi dan berikatan dengan gugus polar. Perbedaan kadar gugus polar dan nonpolar menunjukkan kemampuan ekstraksi untuk menghasilkan bahan aktif, hal ini juga dipengaruhi dengan perlakuan pada bahan sebelum memasuki proses ekstraksi. Umumnya gugus fungsional alkohol dan turunannya yang bersifat polar akan dihasilkan lebih banyak karena berikatan dengan pelarut yang polar (air), dan gugus fungsi nonpolar akan lebih sedikit karena sukar berikatan dengan pelarut polar (Heinrich dkk, 2004). Perbandingan kandungan komponen senyawa yang dihasilkan dari variasi metode pra ekstraksi disajikan pada Gambar 4. Pra ekstraksi M menghasilkan presentase derivat komponen turunan senyawa alkohol terbesar pada

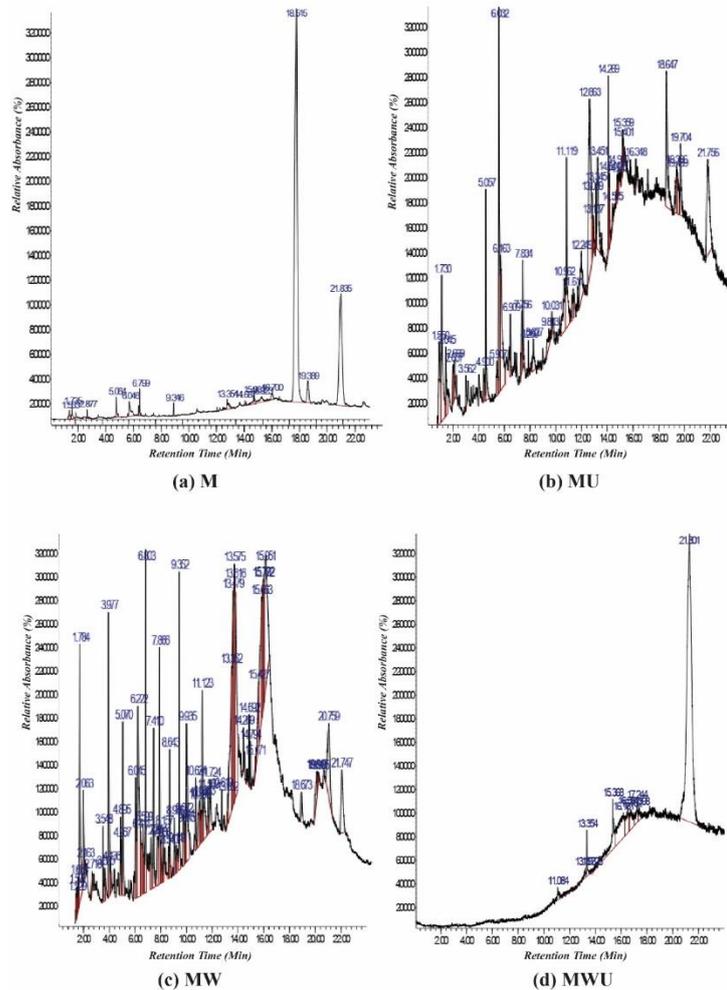
Tetracosamethyl – cyclododecasiloxan sebanyak 21,66% dan Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester sebanyak 65,46%, hal ini menunjukkan bahwa pelarut air mengikat gugus alkohol untuk membentuk derivat utama akibat adanya pemutusan rantai molekul hidrokarbon, hal ini terjadi karena kinetika kontak antara pelarut dengan bahan aktif didalam sel jintan hitam meningkat, sehingga dihasilkan variasi komponen bahan aktif sebanyak 15 komponen dengan persentase terbesar terbentuk pada gugus polar turunan alkohol (Noman dkk, 2020).

Pada pra ekstraksi MU dihasilkan gugus derivat komponen dengan variasi yang lebih banyak yaitu 40 komponen, dengan persentase terbesar dimiliki oleh gugus Phenol (bersifat polar) sebanyak 10,13% dan gugus 1,4 – Anhydro – d – mannitol alpha .- D - Glucopyranoside (bersifat nonpolar) sebanyak 10,46% yang disajikan pada Tabel 2. Gelombang ultrasonik merestriksi gugus molekul menjadi senyawa nonpolar pada frekuensi tinggi dan kondisi daya rendah. Hal ini dilakukan agar senyawa yang bersifat polar tidak terdegradasi, namun pada kasus penggunaan penyinaran dengan waktu yang lama gugus bersifat polar akan cenderung terdegradasi dan digantikan dengan restriksi senyawa nonpolar, oleh karena itu dari 40 komponen bahan aktif yang dihasilkan sebagian besar adalah senyawa turunan

terpene yang sifatnya nonpolar (Noman dkk, 2020).

Pada pra ekstraksi MW dihasilkan gugus komponen sebanyak 61 komponen. Persentase terbesar dimiliki oleh gugus 1,4-Dioxane-2,6-dimethanol sebanyak 6,45% (bersifat polar turunan utama alhohol) dan 1H-Indene, 2,3-dihydro-3-Dihydroindene sebanyak 7,55% (bersifat polar turunan derivat keton) yang disajikan pada Tabel 2. Gelombang mikro merestriksi gugus molekul

menjadi senyawa polar pada frekuensi rendah dan kondisi daya tinggi. Pembentukan derivat senyawa alkohol terjadi karena transfer material massa semakin meningkat akibat penyinaran gelombang mikro dalam waktu yang lama, sehingga restriksi senyawa gugus polar (alkohol) akan lebih sering terjadi daripada senyawa gugus nonpolar (terpene) (Chen dkk, 2020). Hal inilah yang menyebabkan sebagian besar gugus yang dihasilkan adalah senyawa polar.



Tabel 2. Perbandingan Kandungan Komponen

No.	Komponen	Area (%)			
		M	MU	MW	MWU
1	<i>Phenol</i>	1,70	10,13	2,32	-
2	<i>Cycloheptasiloxane</i>	1,26	0,53	-	1,90
3	<i>Tetracosamethyl-cyclododecasiloxan</i>	21,66	-	-	72,26
4	<i>Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester</i>	65,46	-	-	-
5	<i>1,4-Anhydro-d-mannitol.alpha.-D-Glucopyranoside</i>	-	10,46	-	-
6	<i>1,4-Dioxane-2,6-dimethanol</i>	-	-	6,45	-
7	<i>1H-Indene, 2,3-dihydro-3-Dihydroindene</i>	-	-	7,55	-
8	<i>1,3,5-Tributyl-7-methyl-2,4,9-trioxatricyclo[3.3.1.1(3,7)]decane</i>	-	-	-	8,02

Tabel 3. Komponen Hasil Pra-Ekstraksi dari Ekstraksi MWU

No.	Retention Time	Chemical Constituens	Area %	Molecular Formula	MW	Reported Acticity
1	11.804	<i>Dodecamethyl-Cyclohexasiloxane</i>	1,23	$C_6H_{18}O_3Si_3$	222	<i>Anticancer</i>
2	13.193	<i>Dodecamethyl-Hexasiloxane</i>	0,56	$C_{18}H_{54}O_9Si_9$	666	<i>Antifungal Antimicrobial</i>
		<i>Hexadecamethyl-Octasiloxane</i>		$C_{16}H_{48}O_8Si_8$	592	
3	13.354	<i>Cycloheptasiloxane</i>	1,90	$C_{14}H_{42}O_7Si_7$	518	<i>Preservative</i>
4	13.728	<i>Dimethyl Ester Of 3-Hydroxy-3-Methyl-Glutaric Acid(+)-Caran-Trans-4-Ol-Ethyl 3-Ketobutyrate Acetacetic Acid Ethyl Ester</i>	0,19	$C_{27}H_{52}O_4Si_2$	496	<i>Anticancer, Anti-Inflammatory</i>
5	15.368	<i>Tetracosamethyl Cyclododecasiloxane 3,4-Dihydroxyphenylglycol (Trimethylsilyl Derivative)</i>	6,51	$C_{20}H_{60}O_{10}Si_{10}$	742	<i>Antimicrobial, Antihelmintic, Antioxidant</i>
6	16.181	<i>1,3,5-Tributyl-7-Methyl-2,4,9-Trio Xatricyclo[3.3.1.1(3,7)]Decane</i>	8,02	$C_{17}H_{24}O_3$	276	<i>Antioxidant</i>
7	16.534	<i>1-Oxa-2-Oxo-3,8-Dihydroxy-6-Methyl-Acenaphthyl[4,5-B](1-Oxa-4,45-Trimethyl-Cyclopentane)</i>	3,66	$C_{40}H_{56}O_2$	568	<i>Anticancer, Antioxidant</i>
8	16.762	<i>Nepetalactol (N-Butyl O-Methylaminobenzoate)</i>	2,94	$C_{10}H_{16}O_2$	168	<i>Antibacterial</i>

No.	Retention Time	Chemical Constituents	Area %	Molecular Formula	MW	Reported Activity
9	17.244	<i>N</i> -Trideuterioacetyl- <i>L</i> -Glutamic Acid Dimethylester L -Glutamic Acid, <i>N</i> -(Acetyl- <i>D</i> 3)-, Dimethyl Ester	1,67	$\text{C}_{27}\text{H}_{52}\text{O}_4\text{Si}_2$	496	Anticancer, Hepatoprotective
10	17.398	<i>9</i> exo-Methyl-Anti(9,10)-Tricyclo[4.2.1.1(2,5)]Deca-3,7-Diene-9-endo	1,06	$\text{C}_{17}\text{H}_{24}\text{O}_3$	276	Antioxidant
11	21.801	Morphine (2TMS Derivate) Tetracosamethyl-Cyclododecasiloxan	72,26	$\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3$ $\text{C}_{24}\text{H}_{72}\text{O}_{12}\text{Si}_{12}$	285,34 890	Antispasmodic, Antirheumatic, Hepatoprotectiv, Antioxidant

Pada pra ekstraksi MWU dihasilkan gugus komponen dengan variasi lebih murni yaitu 11 komponen dengan presentase gugus derivat terbesar yaitu Tetracosamethyl-Cyclododecasiloxan sebanyak 72,26 % (bersifat polar derivat alkohol) dan 1,3,5-Tributyl-7-Methyl-2,4,9-Trio Xatricyclo [3.3.1.1(3,7)] Decane sebanyak 8,02 % (bersifat nonpolar derivat terpene) yang disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Hal ini terjadi karena triple fungsi prinsip kerja yang diterapkan. Ketika medium pelarut aquadest (air) bekerja sebagai medium pengontak untuk menambah kinetika antara pelarut dengan bahan aktif, maka gelombang mikro pada daya tinggi ditambahkan untuk merestriksi senyawa polar dengan bantuan panas dan kecepatan transferial massa sehingga bahan aktif tidak akan terdegradasi apabila gelombang ultrasonik ditambahkan, setelah itu penambahan gelombang ultrasonik

dilakukan untuk merestriksi senyawa nonpolar dengan frekuensi yang tinggi untuk mengikat senyawa non polar sisa dari pengambilan senyawa polar oleh gelombang mikro (Bahmani dkk, 2018).

Hasil report activity pada komponen bahan aktif yang berhasil direstriksi pada pra ekstraksi MWU dan telah dianalisis menggunakan GC-MS secara keseluruhan memenuhi komponen bioaktif sebagai suplemen peningkat imunitas karena mengandung senyawa antioxidant, hepatoprotective, anticancer, dll. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan jintan hitam mengandung komponen bahan aktif (gugus turunan alkohol dan turunan terpene) yang potensial sebagai antioksidan dan dapat dimanfaatkan sebagai sediaan obat farmasi (Hadi dkk, 2015).

D. Analisa Pengaruh Variasi Metode Treatment Pra-Ekstraksi Terhadap

Efisiensi Energi Hasil Proses Ekstraksi

Untuk mengetahui perbandingan penggunaan efisiensi energi, maka dilakukan perhitungan secara kuantitatif untuk menghitung konsumsi energi yang dibutuhkan pada setiap metode pra ekstraksi yang disajikan pada Tabel 4

Pra-ekstraksi Maserasi (M) menghasilkan konsumsi energi sebanyak 0,571 kWh/gr. Maserasi menyebabkan pertukaran panas yang digunakan ke pelarut dan permukaan bahan. Akibatnya laju panas melambat dan menyebabkan konsumsi energi yang berlebih, hal ini terjadi akibat pengaruh konduktivitas *thermal* dan perbedaan suhu dalam bahan (Chandra dkk, 2017).

Pada Maserasi *Ultrasonic* (MU) ekstraksi dengan bantuan sinar gelombang *ultrasonic* akan berjalan lebih cepat sehingga memungkinkan pengurangan biaya energi (Torres dkk, 2017). Maka metode maserasi ultrasonic mampu memberikan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan maserasi pada segi konsumsi daya dan waktu proses. Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan konsumsi energi pada metode pra ekstraksi MU sebanyak 0,2 kWh/gr.

Metode Maserasi *Microwave* (MW) memanfaatkan gelombang mikro untuk meningkatkan proses dan menghasilkan penghemat energi yang signifikan. Hal ini

terjadi karena gelombang mikro hanya memanaskan sampel dan bukan peralatannya, sehingga konsumsi energi lebih sedikit. Eksitasi gelombang mikro molekul tidak mempengaruhi struktur molekul organik dan interaksi murni kinetik. Sehingga *pre-treatment* menggunakan pemanas *Microwave* lebih efisien dalam meningkatkan homogenitas dan transfer energi ke volume total pelarut dan dihasilkan reproduktifitas sangat meningkat. Oleh karena itu dari hasil perhitungan didapatkan konsumsi energi pada metode pra ekstraksi MW sebanyak 0,121 kWh/gr.

Gabungan pra ekstraksi Maserasi, *Microwave*, dan Ultrasonik (MWU), dibagi kedalam 3 bagian pada setiap variabel waktu sehingga penggunaan energi menjadi optimal. Metode maserasi mentransfer panas secara konduksi, konveksi dan radiasi dari alat ke pelarut dan permukaan bahan melalui gradien suhu. Berhubung pelarut yang digunakan adalah pelarut polar dengan konstanta dieletik yang tinggi maka proses kontak dengan bahan aktif menyerap panas secara cepat sehingga konsumsi energi menjadi lebih besar, dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Penambahan gelombang mikro dari *Microwave* membuat transfer energi berlangsung melalui interaksi antar molekul polar dengan medan elektromagnetik, sehingga dikonversi menjadi energi panas.

Sifat dielektrik dari zat pengestraksi menentukan kemampuan pelarut dalam mengubah medan elektromagnetik dan medan listrik menjadi energi kinetik (Abdurahman dkk, 2016). Sehingga semakin tinggi konstanta disipasi pelarut maka efisiensi ekstraksi yang dihasilkan juga menjadi lebih tinggi. Karena penggunaan energi yang tinggi dalam proses maserasi, dan gelombang mikro menghasilkan panas yang besar, maka ultrasonik digunakan untuk mengurangi energi yang dikonsumsi (Goula dkk, 2016). Oleh karena itu dari hasil perhitungan didapatkan konsumsi energi pada metode pra ekstraksi MWU relatif lebih kecil yaitu 0,099 kWh/gr. Setelah dilakukan perhitungan penghematan biaya dalam penggunaan energi didapatkan bahwa metode pra ekstraksi MWU mampu menghemat penggunaan biaya konsumsi energi sebanyak 81,53% dibandingkan dengan metode M, 50,95% dibandingkan dengan metode MU, 26,81% dibandingkan dengan metode MW. Biaya

produksi yang rendah dengan nilai *yield* yang tinggi pada akan lebih menguntungkan apabila diterapkan dalam skala industri karena mampu menekan penggunaan energi menjadi lebih rendah dengan kualitas produk yang optimal.

V. KESIMPULAN

Variasi metode pra ekstraksi MWU mampu menghasilkan minyak jintan hitam dengan nilai densitas yang tinggi 1,527 gr/ml dan berwarna coklat pekat kehitaman, mampu memecah struktur dinding sel yang merata pada struktur jintan hitam, sehingga dihasilkan nilai *yield* tinggi 20,61%, mampu memurnikan kandungan polar komponen bahan aktif dengan menghasilkan 11 komponen bahan aktif dengan presentase tertinggi adalah *tetracosamethylcyclododecasiloxan* sebanyak 72,26%, dan mampu memiliki konsumsi energi yang rendah yaitu 0,099 kWh/gr dan menghemat konsumsi energi 81,53% dibandingkan pra ekstraksi maserasi saja.

Tabel 4. Perbandingan Konsumsi Energi

Parameter	Metode Pra Ekstraksi			
	M	MU	MW	MWU
Waktu Pra-Ekstraksi (menit)	50	50	50	50
Daya Input Pra-Ekstraksi (Watt)	60	75	510	525
Waktu Ekstraksi (menit)	540	540	540	540
Daya Input Ekstraksi (Watt)	210	210	210	210
% <i>Yield</i> (w/w)	3,4	9,63	17,39	20,47
Energi (kWh/gr)	0,571	0,200	0,121	0,099

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada KEMENDIKBUD karena telah memberikan dana hibah melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dibidang Riset Eksata (RE) tahun 2021 sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, N. H., Olalera, O. A. (2016). A Comparison Review of Conventional and *Microwave* Assisted Extraction In Capsaicin Isolation From Chili Pepper. *Australian Journal of Basic and Applied Science*. 10 (10): 263-275.
- Azmi, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M .M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., Omar, A.K.M. (2013). Techniques For Extraction Of Bioactive Compounds From Plant Materials: A Review. *Journal of Food Engineering*. 117: 426-436
- Bahmani, Leila., Mohammad Aboonajmi, Akbar Arabhosseini, Hossein Mirsaeedghazi. (2018). Effects Of Ultrasound Pre-Treatment On Quantity And Quality Of Essential Oil Of Tarragon (*Artemisia Dracunculus L.*) Leaves. *Medicinal And Aromatic Plants*. 4(1) : 345-351.
- Bakhsabadi, Hamid., Habib Ollah Mirzaei., Alireza Ghodsvali., Seid Mahdi Jafari., Aman Mohammad Ziaifar. (2017). The Influence of Pulsed Electric Fields and *Microwave* Pretreatment. *Journal of Food Science & Nutrition*.
- Bayati, Pedram, Hassan Karimmojeni, Jamshid Razmjoo. (2020). Changes In Essential Oil Yield And Fatty Acid Contents In Black Cumin (*Nigella Sativa L.*) Genotypes In Response To Drought Stress. *Industrial Crops & Products*. 155: 112-764.
- Chandra, Ayu. K.F., Fikka Kartika W. (2017). Teknologi Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Minyak Jeruk Menggunakan Metode *Microwave* Hydodiffusion and Gravity. ISSN 2085- 4218.
- Chen, Q., Dong, W., Wei, C., Hu, R., & Long, Y. (2020). Combining Integrated Ultrasonic-*Microwave* Technique With Ethanol To Maximise Extraction Of Green Coffee Oil From Arabica Coffee Beans. *Industrial Crops And Products*. 151: 112-163.
- Darakhshan, Sara, Ali Bidmeshli P., Abasalt H. C., Sajjad S. (2015). Thymoquinone And Its Therapeutic Potentials. *Pharmacological Research*. 95-96 :138-158.
- Durdevic, Sanja, Stoja Milovanovic, Katarina Savikin, Mihailo Ristic, Nebojsa Menkovic, Dejan Pilevljakusic, Slobodan Petrovic, Alkesandra Bogdanovic. (2017). Improvement Of Supercritical CO₂ And N-Hexane Extraction Of Wild Growing Pomegranate Seed Oil By *Microwave* Pretreatment. *Industrial Crops & Products*. 104 (1): 21–27
- Guenther, E. (1987). *Minyak Atsiri Jilid 1*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Goula. A.M., Thymiatis. K., Kaderides. K. (2016). Processing Valorization of Grape Pomace: Drying Behaviour and Ultrasound Extraction of Phenolics. *Journal Food Bioproduct*. 100 : 132-144.
- Guzman, Maria Juliana Romero., Eirini Vardaka., Remko M. Boom., Constantinos V. Nikiforidis. (2020). Influence Of Soaking Time On The Mechanical Properties of Rapeseed And Their Effect On Oleosome Extraction. *Jornal of Food and Bioproduct Processing*.

- Hadi, Mohammed Yahya, Ghaidaa Jihadi Mohammed, Imad Hadi Hameed. (2015). Analysis Of Bioactive Chemical Compounds Of Nigella Sativa Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Journal Pharmacognosy and Phytotherapy*. 8(2):8-24.
- Heinrich, Michael, Barnes, Joanne, Gibbons, Simon, Williamso, Elizabeth M. (2004). *Fundamental of pharmacognosy and phytotherapi*. Hungary: Elsevier
- Juhaimi, F.A.L., Ozcan, M.M., Ghafoor, K., & Babiker, E.E. (2018). The Effect Of *Microwave* Roasting On Bioactive Compounds Antioxidant Activity And Fatty Acid Composition Of Apricot Kernel And Oil. *Food Chemistry*. 243: 414-419.
- Kartinah, Eni. (2021). Pentingnya Mengonsumsi Multivitamin di Masa Pandemi Covid-19. URL: <https://mediaindonesia.com/humaniora/379828/pentingnya-mengonsumsi-multi-vitamin-di-masa-pandemi-covid-19>. Tanggal akses 15 September 2021 jam 11.43 WIB
- Mazaheri, Yegeneh., Mohammad Ali Torbati., Sodeif Azadmard-Damirchi., Geoffrey P.Savage. (2019). Effect of Roasting and Micowave Pre-Treatment of Nigella Sativa L Seeds on Lipase Activity and The Quality of The Oil. *Food Chemistry*. 274 : 480-486.
- Moghimi, Masoumeh.,Vahid Farzaneh., and Hamid Bakhshabadi. (2018). The Effect of Ultrasound Pretreatment on Some Selected Physicochemical Properties of Black Cumin (*Nigella Sativa*). Department of Chemistry, Ganbad Kavos Branch, Islamic Azad University, Gonbad Kavos, Iran.
- Noman, Anwar, Jiang Qixing, Yanshun Xu, Sherif M. Abed, Mohammed Obadi, Abdelmoneim H. Ali, Wedad Q. AL-Bukhait, Wenshui Xia. (2020). Effects Of Ultrasonic, *Microwave* , And Combined Ultrasonic-*Microwave* Pretreatments On The Enzymatic Hydrolysis Process And Protein Hydrolysate Properties Obtained From Chinese Sturgeon (*Acipenser Sinensis*). *Journal Of Food Biochemistry*. 132 (2): 1-13
- Taofiq, Oludemi, Rúbia C.G. Corrêa, Lillian Barros, M.A. Prieto, Adelar Bracht, Rosane M. Peralta, Ana M. González-Paramás, Maria F. Barreiro, Isabel C.F.R. Ferreira. (2019). A Comparative Study Between Conventional and Non-Conventional Extraction Techniques for The Recovery Of Ergosterol From *Agaricus Blazei* Murrill. *Food Research International*. 108:1-43.
- Torres, Nelly Medina., Teresa Ayora-Talavera., Hugo Espinosa-Andrews., Angeles Sanchez-Contreras., and Neith Pachero. (2017). Ultrasound Assisted Extraction for the Recovery of Phenolic Compounds from Vegetable Sources. *Journal of Agronomy*.
- Zhang, Qing-Wen., Li-Gen Lin., and Wen-Cai Ya. (2018). Techniques for Extraction and Isolation of Natural Products: A Comprehensive Review. *Journal of Chinese Medicine* 130:18-39
- Zhang, Yanpeng., Bin Wang., Weinong Zhang., Wei Xu., Zhixiong Hu. (2019). Effects And Mechanism Of Dilute Acid Soaking With Ultrasound Pretreatment On Rice Bran Protein Extraction. *Journal of Cereal Science*. 87 (4): 318-324.
- Zhong, Jinfeng, Yonghua Wang, Rong Yang, Xiong Liu, Qingqing Yang, Xiaoli Qin. (2018). The Application of Ultrasound and *Microwave* to Increase Oil Extraction from *Moringa Oleifera* Seeds. *Industrial Crops & Products*. 120(1): 1–10